Nouvelle Série, Tome XII, Fasc. 3-4 1977

ISSN 0035-0702

REVUE ALGOLOGIQUE

LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE DE BUFFON - 75005 PARIS

Publication Trimestrielle *Sorti des presses le 30 septembre 1977*

COMITÉ DE LECTURE

F. ARDRÉ, M. CHADEFAUD, A. COUTÉ, J. FELDMANN, F. GASSE, P. GAYRAL
M. T. L'HARDY, F. MAGNE, R. MESLIN, A. SOURNIA

Copyright © 1977. *Revue Algologique*.
Éditeur : A. D. A. C.

Nouvelle Série, Tome XII, Fasc. 3-4 1977

REVUE ALGOLOGIQUE

Fondée en 1922 par P. ALLORGE et G. HAMEL

Directeurs : P. BOURRELLY et R. LAMI

Secrétariat de Rédaction : M. RICARD

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

LES PEUPLEMENTS DE DIATOMÉES DES LAGONS DE L'ARCHIPEL DE LA SOCIÉTÉ (POLYNÉSIE FRANÇAISE)

Floristique, Écologie, Structure des Peuplements et Contribution à la Production Primaire

M. RICARD *

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 143

2. LE MILIEU 145
2.1. Description géographique 145
2.1.1. Localisation et Description 145
2.1.1.1. Les Terres 145
2.1.1.2. Le Lagon 145
2.1.2. Conditions Climatiques 147
2.1.2.1. Pluviosité 147
2.1.2.2. Température 149
2.1.2.3. Insolation et Nébulosité 149
2.1.2.4. Évaporation 149
2.1.2.5. Régime des Vents 151
2.1.2.6. Hydrographie 151
2.2. Conditions Hydrologiques 152
2.2.1. Circulation des Eaux dans les Lagons 152
2.2.2. Caractéristiques Physico-Chimiques des Eaux 152
2.2.2.1. Transparence et Turbidité 152
2.2.2.2. Température 154
2.2.2.3. Salinité 154
2.2.2.4. Oxygène Dissous 155
2.2.2.5. Sels Nutritifs 155
2.2.2.6. Mesures de Lumière 156

* Laboratoire de Cryptogamie. Muséum d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, 75005 Paris. L. A. n° 257 (C.N.R.S.); et Antenne du Muséum et de l'EPHE, B. P. 562, Papeete, Tahiti, Polynésie Française.

Source : MNHN, Paris

2.3. Faune et Flore Associées 156
2.3.1. Parties récifales 156
2.3.2. Zones récifales 157
2.3.2. Zones sableuses 157

3. ÉTUDE FLORISTIQUE

3.1. Historique 158
3.2. Matériaux et Méthodes 159
3.2.1. Prélèvements 159
3.2.1.1. Matériel de Prélèvement 159
3.2.1.2. Techniques de Prélèvement 159
3.2.1.3. Lieux de Prélèvement 161
- Tahiti et Moorea 161
- Iles sous le Vent 161
- Haute Mer 161
3.2.2. Préservation et Montage 163
3.2.2.1. Préservation des Récoltes 163
3.2.2.2. Montage des Échantillons 163
- Traitement à l'Eau Oxygénée 163
- Traitement par Carbonisation 164
3.3. La Flore à Diatomées 164
3.3.1. Observations 164
3.3.2. Terminologie 165
3.3.2.1. Aires de Répartition Biogéographiques 165
3.3.2.2. Fréquences des Taxons 166
3.3.2.3. Écologie 167
3.3.3. Biotopes Explorés 167
3.3.3.1. Lacs et Rivières 167
3.3.3.2. Lagons et Baies 169
3.3.3.3. Lagunes 171
3.3.3.4. Haute Mer 171
3.3.4. Liste des Taxons Récoltés (Annexe 1)
3.4. Conclusions - Caractères de la Flore 171

4. STRUCTURE DES PEUPLEMENTS

4.1. Introduction 176
4.2. Analyse Statistique des Données 177
4.2.1. Méthodes et Techniques 177
4.2.2. Résultats 179
4.2.3. Conclusions 197
4.3. Analyses Multidimensionnelles 201
4.3.1. Choix des Méthodes 201
4.3.1.1. Analyse Factorielle des Correspondances 201
4.3.1.2. Classification Hiérarchique 201
4.3.2. Historique 202
4.3.3. Résultats 204
4.3.3.1. Introduction 204

Source : MNHN, Paris

4.3.3.2. Comparaison des Lagons de Faaa et de Vairao. 206
4.3.3.2.1. Influence de la Pluviosité 206
4.3.3.2.2. Influence de la Température 218
4.3.3.2.3. Influence des autres Paramètres 224
4.3.3.3. Groupes d'Espèces Associées 225
4.3.3.3.1. Introduction 225
4.3.3.3.2. Lagon de Faaa 227
4.3.3.3.3. Lagon de Vairao 232
4.3.3.3.4. Groupes d'Espèces Associées Communes aux deux Lagons 237
4.4. Conclusions - Signification Ecologique des Groupes - Méthodologie. . . 240

5. PRODUCTION PRIMAIRE
5.1. Introduction. 243
5.2. Historique 243
5.3. Méthodes. 246
5.3.1. Comptages Cellulaires. 246
5.3.2. Pigments Photosynthétiques 247
5.3.3. Production Primaire. 247
5.4. Résultats 249
5.4.1. Caractéristiques Physico-chimiques. 249
5.4.2. Comptages Cellulaires 251
5.4.3. Chlorophylle a 257
5.4.4. Carbone 14 262
5.5. Conclusions 266

6. CONCLUSIONS GÉNÉRALES. 269

7. BIBLIOGRAPHIE 272

8. ANNEXES 281
A.1. Liste des Taxons Récoltés (Écologie et Biogéographie) 281
A.2. Microphotographies 297
A.3. Espèces Récoltées dans les lagons de Faaa et de Vairao : Répartition en fonction de la Pluviosité et de la Température. 317
A.4. Espèces Dominantes et/ou Caractéristiques des Lagons de Faaa et Vairao. 325

Source : MNHN, Paris

Source: MNHN, Paris

RÉSUMÉ

La première étude floristique du phytoplancton de la Polynésie Française a été réalisée grâce à l'observation de plus de 200 récoltes effectuées, au filet ou par bouteilles hydrologiques, dans les eaux douces, marines et saumâtres des îles hautes de l'archipel de la Société. Les populations de diatomées ont plus particulièrement été étudiées; elles sont caractérisées par une grande diversité taxinomique puisque 70 genres ont été répertoriés : ils incluent 580 taxons dont 44 sont nouveaux. Ces diatomées appartiennent tout autant au phytoplancton qu'au phytobenthos en raison des conditions hydrologiques particulières qui règnent dans les lagons d'îles hautes. Dans une liste récapitulative, chaque taxon identifié est accompagné de remarques sur sa fréquence dans les différents biotopes, sur son écologie et sur sa distribution géographique mondiale.

L'étude des structures des peuplements de diatomées est fondée sur la comparaison des fréquences relatives de 314 taxons provenant de 48 récoltes au filet, réalisées mensuellement à la surface des lagons de Faaa et de Vairao de janvier 1972 à décembre 1973. Dans l'analyse statistique, les récoltes ont été étudiées au moyen des indices de diversité et de dominance, ce qui a permis de dégager une évolution cyclique des différentes populations. Cette évolution, conditionnée par la présence d'un petit nombre d'espèces dominantes, est caractérisé par le passage progressif d'une population à faible dominance et à forte diversité, vers une population à forte dominance et à faible diversité. Grâce à l'Analyse Factorielle des Correspondances, les différences de composition et d'évolution des populations des deux lagons ont pu être mises en évidence en relation avec les conditions écologiques : la pluviosité est le facteur prépondérant mais la température de l'eau joue également un rôle important. La classification hiérarchique ascendante des récoltes des deux lagons confirme la séparation fondamentale des populations de Faaa et de Vairao; en outre ont été précisés des groupes d'espèces associées caractéristiques de Faaa et de Vairao, ou bien communs à ces deux lagons : ces groupes sont définis en fonction de leurs exigences vis à vis de la température et de la pluviosité.

La production primaire micro- et nannoplanctonique a été mesurée par la technique du carbone 14 incubé *in situ* dans les lagons de Tahiti (Vairao et Faaa) et Moorea (Tiahura) afin d'évaluer la part des diatomées dans la production carbonée totale des eaux de ces lagons. Les mesures de Carbone 14 ont été complétées par des comptages cellulaires au microscope inversé, par des dosages de chlorophylle a en fluorimétrie et par des pesées de seston recueilli par filtration. Les lagons de Tahiti (80 à 850 mgC $m^{-2} j^{-1}$) sont plus productifs que celui de Moorea (4 à 40 mgC $m^{-2} j^{-1}$); les eaux de la frange océanique ont une production carbonée élevée (485 mgC $m^{-2} j^{-1}$) stable tout au long de l'année contrairement à celle des lagons qui est plus forte en été qu'en hiver en raison de l'influence prépondérante de la pluviosité. Les diatomées représentent une part importante du microplancton mais ne participent que très peu à l'élaboration de la matière carbonée alors que le nannoplancton entre pour 70 à 90% dans la production primaire du phytoplancton : celui-ci ne contribue que pour une faible part à la production carbonée totale des écosystème coralliens.

Source MNHN Paris

SUMMARY

The first floristic study of the phytoplancton of the French Polynesia was realized from the observations of more than 200 samples collected in fresh, marine and brackish waters of the high islands of the Society Archipelago. The diatom population was mainly studied. It is characterized by a large taxinomic diversity, almost 70 genera were reported; this includes 580 species of which 44 are new. The diatoms came as much from the phytoplancton as from the phytobenthos because of the particular hydrodynamical conditions wich prevails in the lagoons of high islands. In a recapitulary list, the identified species are accompanied with remarks about their frequencies in the different biotopes, their ecology and their world geographic distribution.

The study of the diatom population was based on the comparison of the relative frequencies of 314 species which came from 48 net samples realized monthly on the surface of the lagoons of Faaa and Vairao from January 1972 to December 1973. The samples were statistically analyzed by means of the diversity and dominance index which permitted to point out a cyclic evolution of the different populations. This evolution is conditioned by the presence of a small number of dominant species: it is characterized by the progressive passage of a population of weak dominance and strong diversity towards a population of strong dominance and weak diversity. Thanks to use of factor analysis of correspondences, the difference in composition and evolution of the populations of the two lagoons was shown to correspond to ecological conditions: rainfall is the preponderant factor but temperature of the water plays an important role too. An ascending hierarchical classification of the samples from the two lagoons confirms the fundamental separation of the populations of Faaa and of Vairao. It also shows the characteristic specific associations in Faaa and Vairao and those which are common to both lagoons. These groups are defined according to their requirements with respect to temperature and rainfall.

The primary micro- and nannoplancton productions were measured *in situ* by the Carbone 14 method in the lagoons of Tahiti (Faaa and Vairao) and Moorea (Tiahura) in order to estimate the part devoted to diatoms in the total carbon production of the waters of the lagoons. The Carbon 14 measurements were completed by cellular counts obtained from an inverted microscope, by chlorophyll a concentrations estimated with the fluorimetric method and by total particles weights collected by filtration. The lagoons of Tahiti are more productive (80 to 850 $mgCm^{-2}j^{-1}$) than that of Moorea (4 to 40 $mgCm^{-2}j^{-1}$) and the oceanic fringing waters have a high carbon production (485 $mgCm^{-2}j^{-1}$) which is stable all year long contrary to those of the lagoons which are stronger in summer than winter because of the preponderating influence of the rainfall. The diatoms represent an important part of the microplancton but participate very little in the elaboration of carbon matter. On the other hand, the nannoplancton enters for 70-90% in the primary production of the phytoplancton, but the phytoplancton as a whole contributes only a small part of the total carbon production of the coral systems.

Source MNHN Paris

INTRODUCTION

Le phytoplancton des lagons des îles hautes de la Polynésie française n'avait fait l'objet d'aucune étude qualitative ou quantitative et ceci vraisemblablement en raison du peu d'intérêt apporté par les chercheurs à ces eaux oligotrophes (Anonyme, 1972). Les eaux océaniques de la Polynésie n'ont été que sommairement prospectées au cours de campagnes transpacifiques (FORSBERGH et BROENKOW, 1965; JONES, 1962), et peu de chercheurs, à l'exception de l'équipe ORSTOM de Nouméa (LE BOURHIS *et al.*, 1967; MICHEL, 1969; DESROSIERES, 1971), ont étudié les populations planctoniques au voisinage des atolls.

Les recherches réalisées dans les eaux tropicales fournissent de nombreuses informations sur les aspects qualitatifs et quantitatifs du phytoplancton océanique, mais les écosystèmes étudiés n'ont que peu de rapports avec ceux de la Polynésie française. Dans l'Océan Indien, SOURNIA (1966, 1968a, b, c et d, 1972a et b) et ANGOT (1966, 1967) ont étudié la biomasse et la production primaire du phytoplancton de Nosy-Bé (Madagascar) et du canal du Mozambique. Dans l'océan Pacifique, MARSHALL (1933) s'intéresse à la composition qualitative et quantitative du phytoplancton de la Grande Barrière et AIKAWA (1936) décrit la composition et la distribution des communautés phytoplanctoniques de différentes régions côtières du Japon. MALONE (1971a et b) étudie l'importance relative du microplancton et du nannoplancton dans la production primaire des eaux de la côte de Californie, tandis qu'aux Hawaii, DOTY et OGURI (1956) ainsi que GILMARTIN et REVELANTE (1974) ont cherché à mettre en évidence un effet de masse insulaire en mesurant la concentration en chlorophylle et la productivité des eaux côtières et océaniques.

Les recherches portant sur les îles Marshall, les îles de la Ligne et certaines îles de l'archipel des Hawaii sont effectuées en milieux récifaux comparables à ceux de la Polynésie et présentent, par conséquent, un grand intérêt. Ces recherches fournissent, en effet, des indications sur les teneurs en pigments et la productivité des eaux des lagons mais elles sont plus particulièrement axées sur l'étude du métabolisme des communautés récifales car les écologistes ont été intrigués de bonne heure par le paradoxe résidant dans la présence d'écosystèmes coralliens biologiquement riches au sein d'un océan relativement improductif (ODUM et ODUM, 1957; KANWISHER et WAINWRIGHT, 1967). Ces écologistes ont donc cherché à savoir si une telle communauté se nourissait à partir des matières organiques contenues dans les eaux qui la baignent ou si elle photosynthétisait, et dans quelle proportion, une partie des matières carbonées qui lui sont nécessaires. Cette dernière hypothèse serait plausible en raison du grand nombre d'algues unicellulaires symbiotiques (zooxanthelles) et de chlorophycées filamenteuses (*Oestrobium*) vivant dans la chair ou le squelette des coraux ou

Source : MNHN, Paris

bien dans le manteau de certains bivalves (*Tridacna*). Le métabolisme de ces récifs a été étudié par la méthode des flux et les résultats obtenus confirment ceux fournis par les mesures de productivité qui soulignent la faible part prise par le phytoplancton dans la production carbonée des écosystèmes coralliens.

De 1969 à 1975, nous avons réalisé une étude du phytoplancton de la Polynésie française afin de préciser son rôle au sein des eaux des lagons de l'archipel de la Société. Nous avons successivement étudié :

- la composition qualitative des récoltes réalisées par filet et par bouteille hydrologique dans différents lagons de l'archipel, en nous attachant plus particulièrement aux diatomées qui forment la plus grande part du microplancton; une liste taxonomique a été établie et chaque taxon accompagné de considérations écologiques et biogéographiques.

- les groupes d'espèces associées en analysant et comparant, au moyen des traitements mathématiques de données, les diatomées récoltées pendant 24 mois consécutifs dans deux lagons de Tahiti : Faaa et Vairao.

- l'importance de la biomasse phytoplanctonique par dosage fluorimétrique de la chlorophylle a, et celle de la production primaire par la méthode du ^{14}C incubé *in situ* dans deux lagons de Tahiti (Faaa et Vairao) et un lagon de Moorea (Tiahura) au cours de la saison sèche et à la fin de la saison des pluies.

Source : MNHN, Paris

LE MILIEU

2.1. DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE

2.1.1. LOCALISATION ET DESCRIPTION

La Polynésie française est formée par un ensemble d'archipels situés dans l'océan Pacifique entre les longitudes 135° et 165° W et les latitudes 10° et 27° S. Ces archipels comportent des îles hautes d'origine volcanique et des îles basses coralliennes; ils se répartissent sur une superficie de 4000 km² et se nomment : Marquises, Australes ou Tubuai, Tuamotu, Gambier, et la Société avec Tahiti.

2.1.1.1. Les terres

L'archipel de la Société est compris entre les longitudes 147° et 155° W et les latitudes 15° et 18° S, c'est-à-dire entre l'équateur et le tropique du Capricorne, et à mi-distance entre les îles Hawaii et la Nouvelle Calédonie. L'archipel est formé principalement de 6 îles hautes groupées en 2 ensembles : les îles du vent avec Tahiti et Moorea, et les îles sous le vent avec Raiatea, Tahaa, Bora Bora et Huahine (Cartes 1, p. 146).

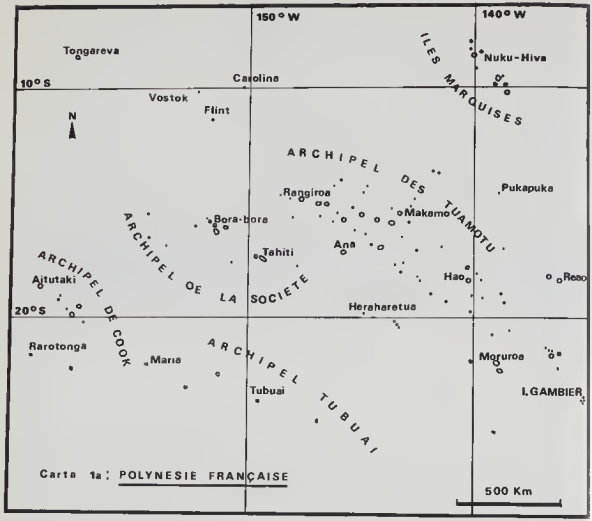
Les îles sont d'origine volcanique et bâties sur le modèle de Tahiti : le centre de l'île est occupé par un cône volcanique, entaillé de profondes vallées radiales, bordé par une étroite plaine côtière. L'île est entourée par un récif barrière corallien qui sépare et protège le lagon de la haute mer.

Mises à part les îles de Moorea et de Bora Bora qui forment chacune un bloc homogène, les îles de Tahiti, Huahine et Raiatea-Tahaa présentent trois différentes étapes dans l'évolution géologique de deux appareils volcaniques juxtaposés appartenant au type Hawaien. A Tahiti, les deux appareils volcaniques sont profondément érodés et joints par l'isthme de Taravao (Carte 2, p. 160) tandis que à Huahine les deux ensembles sont séparés par un étroit chenal (Carte 3, p. 162) alors qu'à Raiatea-Tahaa cette séparation est beaucoup plus marquée : les deux îles sont distantes de 3 kilomètres mais restent entourées par une barrière corallienne commune.

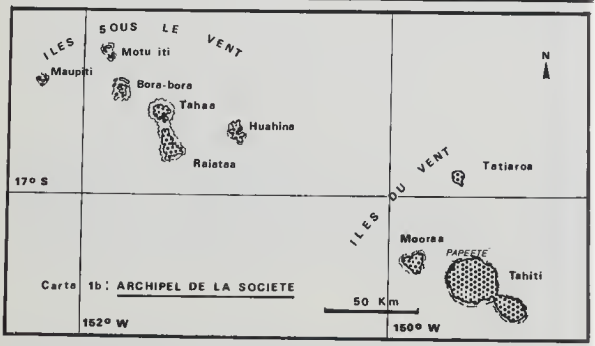
2.1.1.2. Le lagon

Les îles hautes sont entourées par le lagon qui est une étendue d'eau salée limitée, vers la mer par un récif barrière et, vers la terre, par un récif frangeant

Source MNHN Paris



Carta 1a : POLYNESIE FRANÇAISE



Carta 1b : ARCHIPEL DE LA SOCIETE

Cartes 1a et 1b. — Polynésie Française et Archipel de la Société.

Source : MNHN, Paris

ou par le littoral.

Le récif barrière est une formation corallienne qui affleure à la surface de l'eau et qui longe le littoral à plus ou moins grande distance de la côte. Cette barrière est entaillée par des passes de dimensions variables mais les plus importantes sont généralement situées face à l'embouchure de rivières dont les apports en eau douce et en particules terrigènes ont empêché le développement des coraux. Parfois cette barrière est absente et la haute mer est alors directement en contact avec la côte; sur la côte Nord-Est de Tahiti la barrière récifale n'est pas absente mais enfouie sous plusieurs mètres d'eau par suite d'un enfoncement de la zone côtière (Carte 2, p. 160). La partie externe du récif barrière présente une pente très abrupte, 30° à 40°, tandis que la partie interne se poursuit, à l'intérieur du lagon, par un platier résultant de la juxtaposition de pâtés coralliens qui émergent à marée basse.

Le rôle du récif barrière est double : physique, puisqu'il protège les eaux du lagon et le littoral des actions hydrodynamiques violentes de la haute mer, biologique, car, à son niveau, les eaux sont fortement brassées et la vie animale et végétale y est très développée.

Le récif frangeant résulte de la formation, par les madréporaires et les algues calcaires, d'une ceinture côtière plus ou moins continue dont la largeur peut aller de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres; ce récif est le plus souvent immergé et rend les approches par bateau très délicates. Parfois le platier issu du récif barrière et le platier issu du récif frangeant prennent une très grande extension et ne laissent entre eux qu'un étroit chenal navigable parallèle à la côte.

2.1.2. CONDITIONS CLIMATIQUES

Le climat de Tahiti est caractérisé par l'alternance d'une saison de relative sécheresse et d'une saison pluvieuse. L'influence de la mer est à l'origine d'une importante humidité ambiante et d'une faible amplitude thermique. L'humidité moyenne est de 80% dans la plaine bordière et seules quelques zones situées sous le vent de la montagne ont une humidité moindre; cette valeur moyenne est la même que celle de Colombo (Ceylan) ou Hilo (Hawaii) (PETIT, 1972). Le climat de Tahiti est un climat tropical océanique.

2.1.2.1. Pluviosité

La saison la plus humide est de novembre à avril et la saison sèche de mai à octobre (Tableaux 1 et 2, p. 148 et 150). Cette définition des deux saisons, valable si l'on considère les moyennes pluviométriques mensuelles uniquement, ne l'est plus du tout si l'on tient compte des variations importantes qui peuvent exister d'un mois à l'autre d'une même année et, pour le même mois, d'une année à l'autre :

- district de FAAA : 29,9 mm en mai 1966 et 260,1 mm en mai 1967; 61,7 mm en janvier 1967 et 417,9 mm en janvier 1968 (PETIT, 1972).

Source : MNHN, Paris

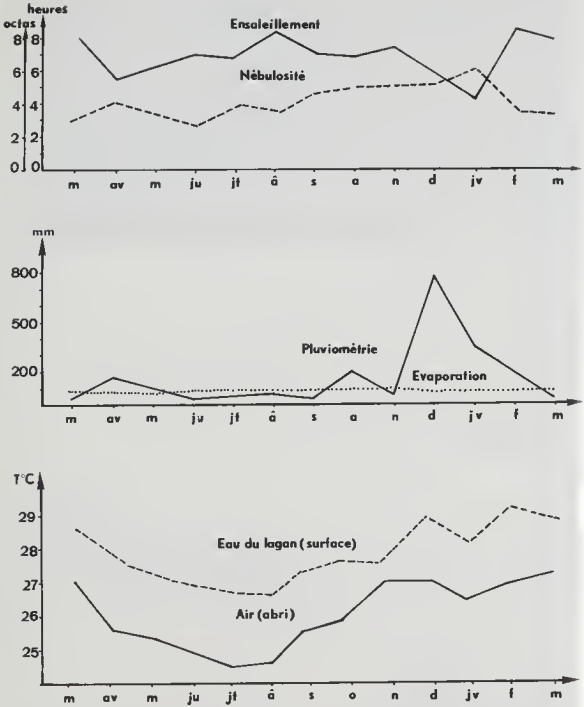


Tableau 1. — Variations saisonnières de divers facteurs climatologiques mesurés dans le lagon de Faaa, Tahiti.

Source : MNHN, Paris

La pluviosité varie également beaucoup d'une partie de l'île à l'autre en fonction de l'exposition du relief au vent dominant (PETIT, 1972) :

- district de FAAA : 2 m par an,
- district de PAPEARI : 2,6 m par an,
- district de HITIAA : 3 m par an.

L'intensité des précipitations est variable, mais, pendant les orages de l'été austral, les pluies tombent en violentes averses durant lesquelles la valeur de 1 mm à la minute est souvent dépassée.

2.1.2.2. Température

Les écarts moyens de température sont de 2°5 C entre les mois les plus chauds et les mois les plus froids alors que l'amplitude journalière est de 6° C environ. Les moyennes journalières peuvent atteindre 28°8 C et ne descendent pas au-dessous de 25°5 C; les températures maximales sont de 31° à 33° C de décembre à avril, et les minimales de 19° à 20° C au cours du mois d'août qui est le mois le plus froid de l'année (Tableau 1, p. 148) (PETIT, 1972).

2.1.2.3. Insolation et nébulosité

La nébulosité moyenne est faible mais elle devient importante à la saison des pluies où elle atteint 6/8 octas (Tableau 1, p. 148). L'augmentation de la nébulosité à la saison des pluies est accompagnée d'une diminution de la durée moyenne d'ensoleillement qui passe de 7 heures en aôut à 4 heures en février (Tableau 1, p. 148), ce qui se traduit par une réduction de la quantité d'énergie lumineuse utilisable par le phytoplancton et une diminution de la hauteur de la couche euphotique. Cependant, malgré l'augmentation de la nébulosité, la température croît de novembre à février et les fluctuations de la couverture nuageuse ne provoquent que de faibles variations de température (PETIT, 1972).

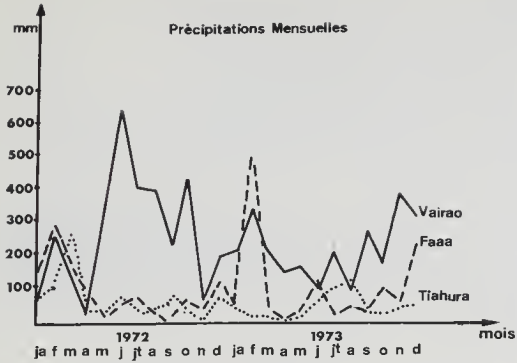
2.1.2.4. Évaporation

Les mesures faites à Tahiti (Service de l'Agriculture, données non publiées) permettent de penser que la valeur de l'évaporation atteindrait 30 à 50% de celle de la pluviométrie (Tableau 1) :

- à FAAA, d'avril 1969 à mai 1970, l'évaporation aurait été de 1116 mm d'eau pour une pluviométrie de 2104 mm.

Ces valeurs élevées sont à prendre en considération car l'évaporation, au même titre que la vitesse de renouvellement des eaux, peut expliquer l'amortissement des variations de salinité des eaux des lagons lors de pluies diluviennes : en effet, l'évaporation concerne plus particulièrement les couches superficielles de faible salinité.

Source MNHN Paris



Vents à FAAA-TAHITI
du 1 Avril 1969 au 31 Mars 1970

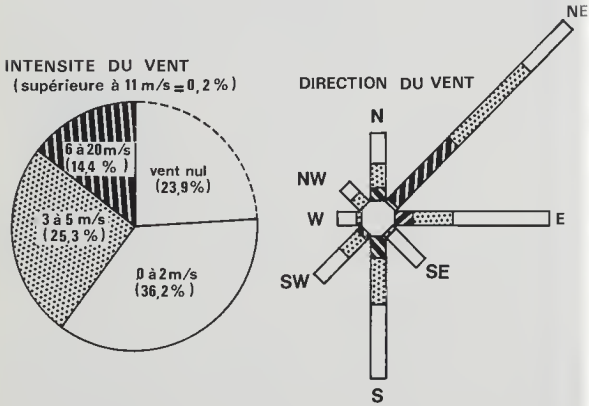


Tableau 2. — Précipitations mensuelles relevées en 1972 et 1973 dans les lagons de Vairao et Faaa (Tahiti) et dans le lagon de Tiahura (Moorea). Régimes des vents dans le district de Faaa (Tahiti), d'avril 1969 à mars 1970.

Source MNHN Paris

2.1.2.5. Régime des vents

L'archipel de la Société est dans la zone des alizés du secteur Est à Nord-Est. Ces vents peuvent atteindre, à Tahiti, la vitesse de 40 à 50 km/h, mais leur régime n'est pas homogène car il est très influencé par le relief des îles : dans le district de Faaa, abrité par les montagnes (Carte 5, p. 170), les alizés ne représentent que 17% du régime global des vents contre 45% pour l'île de Bora-Bora (PETIT, 1972) (Tableau 2).

2.1.2.6. Hydrographie

Les îles de Tahiti et de Moorea possèdent un réseau hydrographique développé et permanent alors que les rivières des îles sous le vent sont le plus souvent temporaires. Les rivières de Tahiti ont un régime torrentiel en raison de la nature des précipitations et leur débit est conditionné par l'exposition de leur bassin aux vents dominants. La rivière Papenoo (Carte 2, p. 160), exposée aux vents dominants, présente, au cours de la saison sèche, un débit supérieur à celui de la Punaruu à la saison des pluies, car celle-ci est située «sous le vent». D'autre part, les différences de débit entre deux rivières, au cours de la saison sèche, peuvent disparaître à la saison des pluies :

- la Papenoo et la Fautaua ont à l'étiage un débit respectif de 3 m^3/sec. et 0,2 m^3/sec., mais le même débit de crue, 300 m^3/sec.

En conclusion de ces données climatologiques, nous pouvons dire que deux facteurs influeront principalement sur le biotope des lagons : les pluies diluviennes qui conditionnent le régime torrentiel des rivières et l'évaporation. Par l'intermédiaire des rivières en crue, les pluies entraînent dans les lagons un grand volume d'eau douce et une grande quantité de matières terrigènes, ce qui aura une triple conséquence : l'abaissement de la salinité, l'augmentation de la turbidité au détriment de la quantité de lumière disponible pour le phytoplancton, l'enrichissement des eaux en sels minéraux et plus particulièrement en silice. L'évaporation jouerait, à la saison des pluies, un rôle régulateur mal défini en évitant une dessalure trop importante des eaux des lagons.

Nous ne possédons pas de mesures de ruisssellement se rapportant à la Polynésie, mais dans les îles Hawaii, en période humide, au moins 40% des eaux de pluie se déverse dans la mer. Ces grandes quantités d'eau douce apportent dans le milieu marin d'importantes quantités de sels nutritifs, de matières colloïdales, de particules terrigènes et d'oligo-éléments à partir des sols volcaniques (GILMARTIN et REVELANTE, 1974).

Source MNHN Paris

2.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES

2.2.1. CIRCULATION DES EAUX DANS LES LAGONS

Le schéma de la circulation des eaux à l'intérieur du lagon est classiquement le suivant (Rapport interne S.M.C.B.) : les eaux du large pénètrent dans le lagon en innondant la barrière récifale et ressortent par la passe. Si le lagon ne possède qu'une passe profonde, les eaux utilisent cette passe pour sortir; si les passes sont plus nombreuses, la ou les passes les plus importantes fonctionnent en courant sortant tandis que l'eau du large pénètre dans le lagon par-dessus le récif et par les autres passes. Ce schéma simplifié se complique sous les actions conjuguées du vent, de la houle et des fortes marées.

La durée de renouvellement complet des eaux d'un lagon varie avec sa topographie : cette durée serait de 24 heures pour le lagon de Vairao (données CNEXO/COP, non publiées), de 10 jours pour celui de Faaa (Rapport interne S.M.C.B.) et de 39 jours pour le lagon de l'atoll de Bikini (VON ARX, 1954). Les principales mesures de courant ont été réalisées dans le lagon de Faaa au niveau de la passe de Taapuna (Carte 5, page 170) et montrent que c'est au début du jusant que les vitesses sont les plus élevées : à 5 mètres de profondeur, le courant sortant, dont la vitesse moyenne est de 0,5 km/h à l'étale, varie entre 5 et 10 km/h selon les conditions météorologiques (Rapport interne S.M.C.B.). Dans l'archipel des Tuamotu nous avons noté des courants sortants de 20 km/h dans la passe du lagon de Fangataufa lorsque la marée et une très forte houle provoquent un remplissage excessif du lagon.

En Polynésie, les marées sont régulières et de type semi-diurne : les marées basses se situent entre 05h00 et 08h00 et entre 17h00 et 20h00, les marées hautes entre 11h00 et 14h00 et entre 23h00 et 02h00. Leur amplitude dépasse rarement 0,40 mètre, ce qui provoque un affleurement à peine plus marqué du platier corallien.

2.2.2. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX

2.2.2.1. Transparence et turbidité des eaux

Pendant la saison sèche, de mai à septembre, les eaux des lagons sont claires et peu chargées en particules terrigènes : la limite de visibilité du disque de Secchi est alors de 30 mètres dans le lagon de Vairao, de 25 mètres dans celui de Faaa et de 40 mètres en haute mer. Par comparaison, dans les îles Marshall (SARGENT et AUSTIN, 1949), la limite maximale de visibilité du disque de Secchi est de 11 m dans l'Océan et de 18 m dans le lagon de Rongelap, ce qui correspond à des eaux peu claires et chargées en matières organiques et minérales.

Source : MNHN, Paris

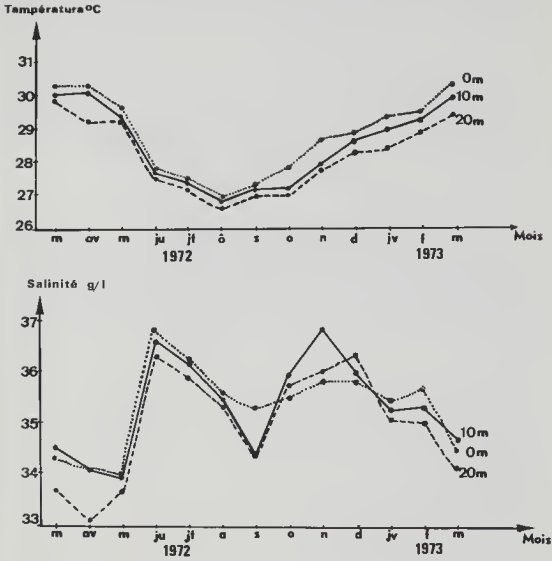


Tableau 3. — Variations de la température et de la salinité relevées à 0 m, 10 m et 20 m, dans les eaux du lagon de Vairao (Tahiti) de mars 1972 à mars 1973.

Source : MNHN, Paris

A la saison des pluies, les rejets d'eaux douces chargées de particules terrigènes provoquent une augmentation de la turbidité des eaux du lagon selon le nombre et le débit des affluents : de octobre à avril, le disque de Secchi n'est habituellement plus visible à 15-18 m dans le lagon de Faaa, à 20 m dans celui de Vairao et à 27-30 m dans la frange océanique. Lors de pluies très importantes, les apports argilo-latéritiques peuvent donner aux eaux une teinte rougeâtre plus ou moins marquée : dans le lagon de Faaa, en avril 1972, la limite de visibilité du disque de Secchi était de 5 mètres seulement en raison de la turbidité. Des facteurs biologiques peuvent également intervenir pour limiter la transparence de l'eau : pontes massives (lagon de Vairao en octobre 1968) ou bien eaux vertes à *Rhizosolenia imbricata* (lagon de l'île de Tahaa en mai 1972).

2.2.2.2. Température

La température et la salinité ont été mesurées au moyen d'une sonde à induction BECKMAN, modèle RS5-3, qui était étalonnée avant chaque sortie; la précision de cette sonde est de ± 0,5° C pour la température et de ± 0,3‰ pour la salinité.

La température des eaux des lagons est maximale en février et mars avec 32° C et minimale en août avec 25° C. Ces températures, à l'instar de celles relevées dans l'air, diffèrent d'une année à l'autre pour une même période. Dans les lagons, les écarts de température sont faibles entre les eaux de surface et les eaux profondes. En 1972, la moyenne minimale mensuelle des eaux de Vairao était de 26°1 C et la moyenne maximale mensuelle de 29°6 C pour une température minimale de 25°5 C et une température maximale de 31°2 C (Tableau 3, page 153; données CNEXO/COP non publiées).

Les écarts entre les moyennes maximales et minimales de l'eau et de l'air sont sensiblement les mêmes, 3° C environ; par contre l'amplitude journalière est de 7° C en moyenne pour l'air et seulement de 1° C pour l'eau, exception faite des eaux peu profondes qui baignent les platiers coralliens et dont l'amplitude est même ordre que celle de l'air.

La température moyenne des eaux du large est de 27°5 C à la saison chaude et de 25°7 C à la saison froide : l'écart entre les deux valeurs est plus faible de 1° C que celui des eaux des lagons.

2.2.2.3. Salinité

Dans les lagons des îles de la Société, la salinité varie entre 30 et 36‰ en fonction des conditions météorologiques et topographiques (Tableau 3, p. 153); ailleurs ces valeurs peuvent être plus élevées, puisque dans le lagon de l'atoll de Tabapoto (Archipel des Tuamotu) des salinités de 39‰ ont été relevées en août 1975. La salinité des eaux du large est beaucoup plus constante car elle est comprise entre 35,90 et 36,25‰.

Source : MNHN, Paris

2.2.2.4. Oxygène dissous

Les valeurs varient entre 6,42 et 8,20 ml/l dans les lagons de Faaa et de Vairao et entre 5,58 et 8,30 ml/l dans le lagon de Tiahura (Moorea), pour des valeurs à saturation comprises entre 6,00 et 7,5 ml/l. Ces valeurs ont été mesurées dans les eaux profondes du lagon, mais, dans le récif frangeant et dans le récif barrière, le métabolisme des coraux est à l'origine d'importantes variations de la teneur en O_2 dissous des eaux qui les baignent, de 4,18 à 9,20 ml/l.

2.2.2.5. Sels nutritifs

Les valeurs suivantes ont été relevées dans les lagons de Faaa et de Vairao à Tahiti (mesures CNEXO/COP, non publiées) et dans le lagon de Tiahura à Moorea (mesures CEA/DPr, non publiées).

Nitrates : de 0,40 à 2,9 μg.at N_2 par litre dans le lagon
0,10 μg.at N_2 par litre dans l'océan.

Nitrites : les valeurs ne dépassent jamais 0,15 μg.at N_2 par litre dans les lagons et dans l'océan.

Phosphates : 0,17 à 5,2 μg.at P par litre à Vairao
0,14 à 1,31 μg.at P par litre à Tiahura
0,37 à 0,55 μg.at P par litre dans l'océan.

Silicates : 1,2 à 35 μg.at Si par litre dans le lagon de Vairao
2,1 à 2,9 μg.at Si par litre à Tiahura et dans la frange océanique.

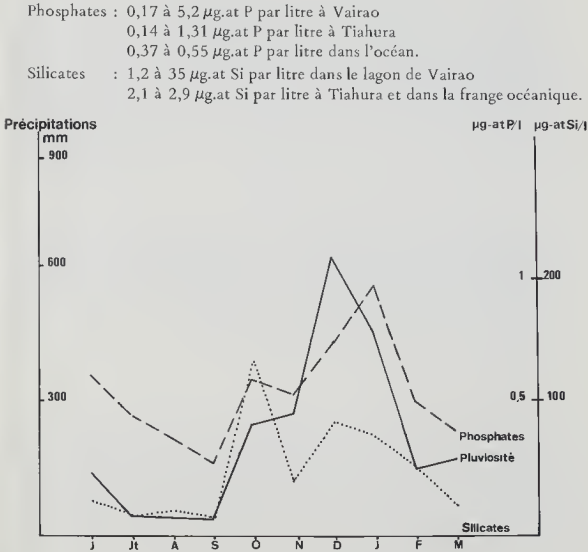


Tableau 4. — Enrichissement en silicates et en phosphates des eaux de surface du lagon de Vairao, au cours de la saison des pluies de l'été austral 1974-1975.

Source : MNHN, Paris

Comme cela est généralement le cas dans la zone intertropicale, les eaux de la Polynésie sont pauvres en sels nutritifs dissous, cependant les eaux des lagons sont sensiblement plus riches que celles de l'océan. Dans les lagons, à la saison sèche, les taux de phosphates sont particulièrement bas comme en témoignent les valeurs des rapports P/N qui varient de 0,3 à 1,70 (ces rapports ne font pas intervenir $N\text{-}NH_4$, mais seulement $N\text{-}NO_2$ et $N\text{-}NO_3$).

A la saison des pluies, les teneurs en sels nutritifs peuvent augmenter rapidement : ceci est particulièrement net pour les silicates, lessivés par les eaux de ruissellement sur les terrains volcaniques, et pour les phosphates. En période de crues, les valeurs de 214 μg.at de $Si\text{-}SiO_4$ et de 71 μg.at de $P\text{-}PO_4$ par litre ont été mesurées dans les eaux superficielles du lagon de Vairao, près de l'embouchure de la rivière Vaipohe (Fig. 4); parallèlement, les taux de nitrates augmentent faiblement, 3,0 à 3,5 μg.at N_2 par litre et les taux de nitrites restent inchangés. Dans ces conditions exceptionnelles, les rapports P/N sont élevés puisqu'ils peuvent atteindre 20, sans tenir compte toutefois de l'azote ammoniacal.

2.2.2.6. Mesures de lumière

Les mesures de lumières faites, dans la colonne d'eau, au moyen d'un appareil enregistreur sensible aux radiations comprises entre 425 et 950 Å, indiquent que la luminosité atteint son intensité maximale entre 11 heures et 13 heures (JAUBERT, non publié).

Pour le lagon de Vairao, au cours du mois de juillet 1975, alors que la limite de visibilité du disque de Secchi était de 20 mètres à 12 heures, la décroissance de l'intensité lumineuse était la suivante dans la colonne d'eau : 100% à 0 m, 17,8% à 5 m, 11,5% à 10 m, 5,5% à 20 m, 1,8% à 30 m.

2.3. FAUNE ET FLORE ASSOCIÉES

Les lagons sont caractérisés par la prépondérance des formes calcaires qui participent à la construction des récifs au sein desquels se concentrent la vie animale et végétale; les parties sableuses sont beaucoup plus pauvres et sont principalement peuplées par une faune rampante ou interstitielle.

2.3.1. PARTIES RÉCIFALES

Elles résultent de la juxtaposition de madréporaires calcaires (*Acropora, Montipora, Pocillopora, Porites*), de Chlorophycées calcifiées (*Halimeda*), et de Rhodophycées calcaires (*Lithothamnion, Porolithon* et *Neogoniolithon*).

Parmi ces édifices calcaires, plus ou moins compacts selon que l'on s'adresse au récif barrière proprement dit ou au platier corallien, se développe une vie végétale et animale libre ou fixée.

Source : MNHN Paris

Les algues sont essentiellement des Cyanophycées (*Lyngbya*), des Chlorophycées (*Caulerpa, Microdictyon, Codium, Ulva, Enteromorpha*) et des Phaeophycées (*Padina, Turbinaria*). Les Coelentérés sont cachés dans les cavités récifales : ce sont surtout des Échinides (*Echinotrix diadema, Echinometra mathei, Heterocentrus mamillatus*) et des Astérides (*Linckia multifora* et *Acanthaster planci*). Les Mollusques Bivalves et Gastropodes sont très nombreux et nous ne citerons que les plus connus : *Turbo, Patella, Drupa, Cypraea, Conus, Trochus, Tridacna, Arca*.

La zone du récif barrière est très riche en poissons, plus particulièrement au point de déferlement des vagues; quand il n'y a pas de récif barrière les poissons se retrouvent dans la zone de déferlement. De nombreuses espèces passent leur stade juvénile dans les eaux calmes du récif frangeant puis, à l'état adulte, vivent dans le récif barrière. Les principales familles de poissons sont les suivantes : Acanthuridés (chirurgiens), Carangidés (carangues), Holocentridés (rougets), Labridés (labres), Murénidés (murènes), Scorpénidés (rascasses), Serranidés (mérous), Tétraodontidés (tétraodons).

2.3.2. ZONES SABLEUSES

Elles comprennent essentiellement les parties situées entre les platiers coralliens du récif frangeant et du récif barrière ainsi que les petites plages sableuses intercalées entre les formations coralliennes des platiers. Les algues sont des Cyanophycées (*Lyngbya*), des Chlorophycées (*Caulerpa, Codium, Microdictyon*), des Phéophycées (*Turbinaria*) et quelques Rodophycées encroûtantes (*Lithothamnion, Porolithon*).

La faune benthique est représentée par des Madréporaires, principalement *Fungia* dont les individus jeunes sont fixés et les adultes libres, par des Astérides avec *Culcita schmideliana* et des Holothurides avec *Halodeima atra* et *Synapta* sp. caractéristique des eaux troubles et polluées de certains lagons.

La faune interstitielle comprend principalement des Échinides (*Metalia, Spatangus*), des Mollusques Bivalves (*Pinna*) ou Gastropodes (*Terebra, Mitra, Cerithium*), et surtout une importante faune annélidienne.

Source MNHN Paris

ÉTUDE FLORISTIQUE

3.1. HISTORIQUE

Nombreux sont les auteurs qui se sont intéressés à la composition qualitative du phytoplancton des eaux tropicales marines et spécialement dans l'océan Indien, le canal de Mozambique et la côte occidentale de l'Afrique.

SUBRAHMANYAN a décrit les diatomées de Madras (1946) et de la côte Ouest de l'Inde (1958a et b, 1959a et b) mais ne donne que des indications très sommaires sur les conditions écologiques; en 1960, SUBRAHMANYAN et SARMA étudient les variations annuelles quantitatives de 164 taxons et fournissent pour chaque mois les paramètres physico-chimiques et la liste des espèces dominantes dans chaque récolte. MANN décrit les nombreuses espèces nouvelles de diatomées récoltées dans le Pacifique (1907) et dans les Philippines (1925).

Dans le canal de Mozambique, citons les travaux de SILVA, ANGOT, TRAVERS et SOURNIA. SILVA (1956, 1960) a étudié le microplancton marin du Mozambique, et plus particulièrement celui de la baie de Lourenço Marquès tandis que SOURNIA s'est intéressé au phytoplancton de l'île Maurice (1966) et du canal de Mozambique (1966, 1968a, b et c, 1970, 1972a) et a indiqué la répartition mondiale et les caractéristiques écologiques de certains taxons. A Madagascar, TRAVERS (1965) a décrit le phytoplancton de Tuléar et ANGOT (1966) a comparé les récoltes au filet et par bouteille du phytoplancton de surface de la baie d'Ambaro.

Les travaux de REYSSAC (1966a et b, 1969) portent sur la mise en évidence des cycles annuels des diatomées et des dinoflagellés dans la baie du Lévrier (Mauritanie) : les conditions hydrologiques y sont très différentes de celles de la Polynésie car cette région est située à une zone de confluence des eaux tropicales et tempérées et les diatomées n'ont que peu de rapport avec une flore tropicale typique. REYSSAC indique la distribution géographique des différents taxons mais ne définit pas les termes employés.

Dans l'océan Pacifique, WOOD (1961a-b, 1963a-b) décrit le phytoplancton des côtes d'Australie et de Nouvelle Zélande mais ne fournit aucun renseignement écologique ou biogéographique. ALLEN (1937, 1938) et CUPP (1943) étudient les diatomées du Golfe de Californie et de la côte Ouest des États-Unis en indiquant leur répartition géographique et leur domaine d'appartenance. Plus près de Tahiti, dans l'archipel des Hawaii, GILMARTIN et REVELANTE (1974) ont cherché à mettre en évidence un «effet de masse insulaire» en mesurant la productivité primaire et en établissant la composition qualitative du phytoplancton.

Source : MNHN Paris

Tous ces travaux, et en particulier ceux de SOURNIA, REYSSAC, SUBRAHMANYAN et CUPP, rendent possibles des comparaisons entre les différents taxons récoltés dans les eaux tropicales des trois océans. Toutefois, il est important de souligner qu'aucun des écosystèmes étudiés dans les recherches précitées ne peut se comparer à un milieu récifal de type polynésien.

3.2. MATÉRIAUX ET MÉTHODES

3.2.1. PRELEVEMENTS

3.2.1.1. Matériel et prélèvements

Les prélèvements ont été réalisés au moyen de filets en gaze de nylon et de bouteilles d'hydrologie en métal ou en matière plastique. Les dimensions et la taille de la maille des filets utilisés ont été choisis d'après les indications fournies par TREGOUBOFF et ROSE (1959) et adaptées au conditions locales. Les filets utilisés en pleine mer avaient 4 m de long, 1 m de diamètre, 40 microns de vide de maille; les filets de lagon avaient le même vide de maille mais étaient plus petits, 2,5 m de long et 0,5 m de diamètre, afin de faciliter leur manipulation. En eau douce, les filets mesuraient 1,50 m de long et 0,30 m de diamètre; la gaze utilisée avait un vide de maille de 30 microns.

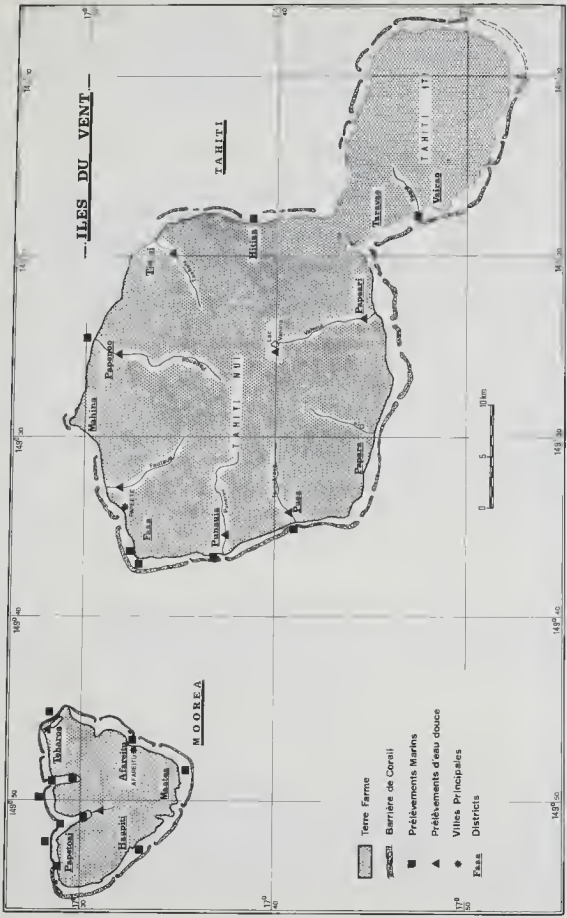
Les organismes pris dans les filets étaient récupérés dans un collecteur cylindrique en matière plastique, de type TREGOUBOFF, muni de deux ouvertures latérales comportant un filtre en gaze de nylon de même vide de maille que le filet. Un débitmètre à hélice était placé au centre de l'ouverture du filet et permettait de connaître approximativement la quantité d'eau filtrée.

Les bouteilles d'hydrologie métalliques étaient des bouteilles MECABOLIER, d'une contenance de 2,5 litres, équipées de thermomètres à renversement. Les bouteilles en matière plastique (altuglass transparent) étaient de type VAN DORN de 8 litres de contenance : elles étaient équipées d'un thermomètre droit indiquant le 1/10 de degré.

3.2.1.2. Techniques de prélèvement

Dans les lagons nous n'avons réalisé que des traits de surface en raison de la topographie très accidentée du fond. Les filets étaient traînés pendant 10 minutes, à la vitesse de 1 nœud, à l'arrière d'une embarcation à moteur de type Zodiac; en fin de trait, le matériel récolté était récupéré et le nombre marqué par le compteur du débitmètre noté, afin de permettre des comparaisons avec les autres prélèvements. Pendant le trait de filet, 1 litre d'eau de mer était collecté, à 0,50 mètre au-dessous de la surface, au moyen d'une bouteille en matière plastique; cette eau de mer était destinée aux comptages quantitatifs réalisés selon la

Source MNHN Paris



Carte 2. — Iles du Vent

Source : MNHN, Paris

technique d'UTERMOEHL.

En mer, les traits horizontaux et verticaux étaient effectués grâce à des filets de grand diamètre afin de récolter le plus possible de spécimens en raison du faible nombre de sorties en haute mer que nous pouvions réaliser. Ces sorties avaient lieu à bord de bateaux rarement adaptés à un travail océanographique, ce qui explique la disparité des récoltes et des résultats. Les traits horizontaux étaient réalisés à 0, 10, 25, 50, 75 et 100 mètres au moyen de filets lestés munis d'étrangleurs accrochés à un déclancheur actionné par un messager. Les échantillons d'eau de mer étaient collectés à ces mêmes profondeurs an moyen de bouteilles Mécabolier.

En eau douce, les filets utilisés étaient calés dans le lit des rivières et la durée de la filtration était fonction du débit de la rivière. Les prélèvements en eau douce étaient réalisés par beau temps uniquement car, en période de pluies, les filets étaient immédiatement colmatés par des particules terrigènes et les récoltes étaient inexploitables.

3.2.1.3. Lieux de prélèvement

- TAHITI ET MOOREA

Nous avons pu obtenir grâce au Service Mixte de Contrôle Biologique, des récoltes au filet provenant des lagons de Faaa et de Vairao. Ces prélèvements, irréguliers de 1968 à 1971, ont été mensuels de 1972 à 1975 et nous ont permis d'étudier les cycles saisonniers des diatomées dans ces deux lagons. A ces récoltes de Faaa et de Vairao se sont ajoutés des prélèvements réalisés dans les autres lagons de Tahiti au cours de différentes missions (Carte 2).

Les lagons, baies et rivières de Moorea ont été explorés pendant plusieurs séjours de 1968 à 1975. Ces récoltes, sporadiques et ponctuelles, ont été complétées par des traits de filets et des stations hydrologiques bi-hebdomadaires effectués à l'antenne de Tiahura en 1974 et 1975 (Carte 2).

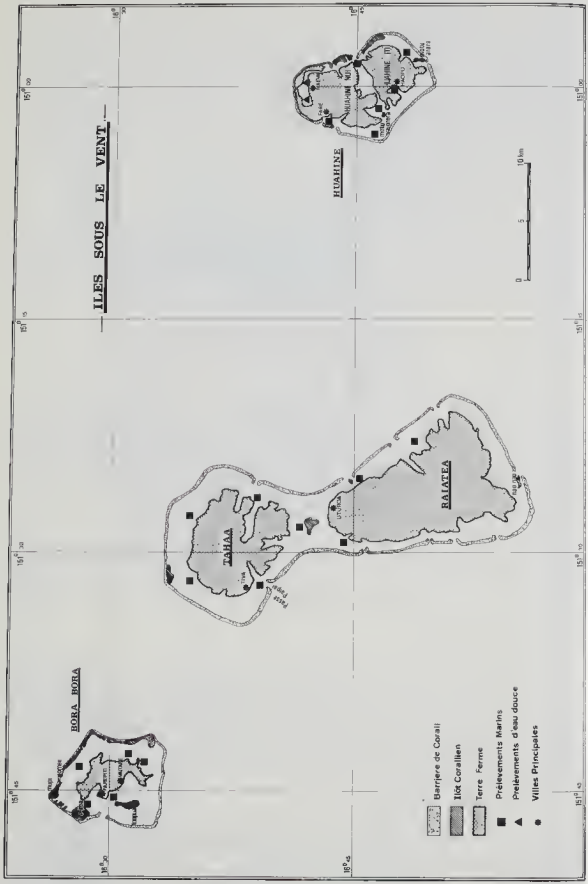
- ILES SOUS LE VENT

Les lagons de Bora-Bora, Raiatea, Tahaa et Huahine ont été explorés au cours de deux missions de mars 1971 et avril 1972. Ces îles ne possèdent pas de réseau hydrographique important dans lequel on puisse réaliser des prélèvements, par contre des échantillons planctoniques et benthiques ont été récoltés dans la lagune de Maeva à Huahine, en avril 1972 (Carte 3, p. 162).

- HAUTE MER

Des récoltes au filet et des stations hydrologiques ont été effectuées à l'occasion des transits en bateau entre les différentes îles. Ces trop rares prélèvements de haute mer n'ont pas permis de réaliser une étude complète du plancton océanique.

Source MNHN Paris



Carte 3. — Iles sous le Vent

Source : MNHN, Paris

3.2.2. PRÉSERVATION ET MONTAGE

3.2.2.1. Préservation des récoltes

Les récoltes par filet ont été conservées par du formol à 4% neutralisé par du borate de sodium. Les échantillons destinés à l'étude quantitative ont été conservés par du formol neutre à 4% ou bien par quelques gouttes de solution de Lugol (UTERMOEHL, 1958).

3.2.2.2. Montage des échantillons

Chaque fois que cela fut possible les récoltes ont été observées à l'état frais, mais cela n'a jamais pu être réalisé en routine en raison des conditions de travail; dans la majorité des cas, ce n'est qu'au retour de mission que les échantillons formolés ont été examinés.

Afin de permettre une meilleure observation microscopique, les diatomées ont été débarrassées de leur matière organique par différents traitements afin d'obtenir des frustules siliceux parfaitement nettoyés. Ces frustules ont été montés dans une résine dont l'indice de réfraction élevé facilite l'observation; cet indice varie entre 1,55 et 1,77 suivant la nature chimique de la résine utilisée. Cette résine, liquide, durcit à la chaleur et permet l'obtention de préparations inaltérables.

- TRAITEMENT A L'EAU OXYGÉNÉE

Ce traitement, inspiré de SCHRADER (1970), fournit des spécimens très propres, observables aussi bien en microscopie photonique qu'en microscopie électronique, mais seuls résistent à ce traitement les organismes fortement silicifiés.

Après avoir été rincés à 5 reprises dans de l'eau déminéralisée afin d'éliminer le formol et les sels hydrosolubles, la récolte est mise à décanter, débarrassée de son surnageant et placée 3 jours dans de l'eau oxygénée à 130 volumes portée à une température de 70 à 80° C: Le reliquat est ensuite rincé 5 fois dans de l'eau déminéralisée, afin d'éliminer l'eau oxygénée, et plongé dans une solution de Na_2HPO_4 à 1%. L'action du Na_2HPO_4 en solution a le même rôle que les ultrasons c'est-à-dire qu'il disperse les constituants du milieu, mais il n'en a pas les inconvénients puisqu'il ne brise pas les tests rendus fragiles par l'action de l'eau oxygénée.

Après avoir éliminé le Na_2HPO_4 par 5 rincages successifs dans de l'eau déminéralisée, les diatomées sont montées dans la résine. Pour ce faire, plusieurs gouttes d'eau contenant des diatomées en suspension sont déposées sur une lamelle placée sur une platine chauffante, jusqu'à évaporation du liquide; à ce moment-là, une goutte de résine est versée sur la lamelle qui est retournée sur la lame après évaporation presque totale du solvant. Après refroidissement

Source MNHN Paris

de l'ensemble, la résine est solidifiée et les diatomées prêtes à l'observation.

Pour obtenir des préparations pour l'observation en microscopie électronique à balayage il suffit de modifier le mode opératoire précédent : les diatomées en suspension dans l'eau ne sont pas placées sur une lamelle de verre chauffée sur une platine mais déposées sur une lamelle de verre de 12 millimètres de diamètre qui sera placée dans une boîte de Petri jusqu'à totale évaporation de l'eau. Les lamelles portant les échantillons sont ensuite fixées sur des portoirs en aluminium par une colle du type rubber cement et métallisées sous vide par un mélange or-palladium.

Les préparations ont été examinées à 30 Kilovolts et photographiées au moyen du Microscope électronique à balayage «Cambridge Stereoscan Mark II» du laboratoire de Géologie du Muséum National d'Histoire Naturelle.

- TRAITEMENT PAR CARBONISATION

Cette technique n'est pas aussi parfaite que celle qui fait appel à l'eau oxygénée pour nettoyer les diatomées, mais elle présente deux avantages : d'une part elle permet d'obtenir très rapidement des diatomées identifiables montées dans de la résine, d'autre part elle préserve les spécimens fragiles, appartenant aux genres *Chaetoceros* et *Rhizosolenia*, qui ne résistent pas à l'action brutale de l'eau oxygénée.

La récolte formolée est rincée cinq fois avec de l'eau déminéralisée afin d'éliminer le formol et les sels hydrosolubles, ensuite une goutte d'eau contenant les organismes en suspension est déposée sur une lamelle placée sur une plaque de fer de 1 centimètre d'épaisseur chauffée à feu très vif pendant 1/4 d'heure. Après ce laps de temps, durant lequel la plus grande partie de la matière organique a été carbonisée, les diatomées sont montées dans de la résine puis observées.

3.3. LA FLORE A DIATOMÉES

3.3.1. OBSERVATIONS

L'étude des échantillons prélevés au filet dans les lagons montre que ceux-ci sont composés de diatomées et de péridiniens planctoniques, ainsi qu'on était en droit de s'y attendre, mais également d'une très forte proportion de diatomées benthiques. Cette particularité s'explique par les conditions hydrodynamiques particulières qui existent à l'intérieur d'un lagon en raison du brassage intense des eaux et des actions animales. Ce brassage est principalement dû aux courants marins causés par le jeu des marées et au déferlement des vagues qui viennent se briser sur la barrière récifale. Aux actions des vagues et des courants viennent s'ajouter celles des poissons brouteurs d'algues, des Gastropodes fouis-

Source MNHN Paris

seurs et des Holothuries filtreurs de sédiments. Tout cela explique que les diatomées benthiques puissent être arrachées à leur substrat et venir se mélanger au phytoplancton pour former le tychoplancton.

D'autre part, la présence de diatomées d'eau douce est fréquente dans les lagons de Tahiti et Moorea, plus particulièrement à la saison des pluies, et il n'est pas rare d'en récolter en haute mer où elles sont transportées par les courants.

3.3.2. TERMINOLOGIE

Dans la liste produite en annexe sont énumérés tous les taxons récoltés dans les eaux douces, marines et saumâtres de l'archipel de la Société. Dans cette liste figurent, aussi souvent que possible, des commentaires sur l'aire de répartition, le domaine et l'écologie de chaque taxon (cf. Annexe 1, p. 281).

3.3.2.1. Aires de répartition biogéographiques

Les aires de répartition des diatomées et des dinoflagellés sont assez mal définies et chaque auteur donne une signification différente aux termes antérieurs ou bien en introduit de nouveaux. DEACON (1933) et HENDEY (1937) parlent de formes antarctiques, subantarctiques et subtropicales, alors que KARSTEN (1907) préfère parler d'espèces ubiquistes, tempérées, tempérées tropicales et tropicales, et STEEMAN-NIELSEN (1939) de formes tropicales et subtropicales. VAUGHAN (1940) définit 5 types de zones en fonction de la température de l'eau. ANGOT (1961) considère que les mers tropicales sont celles dont la température des eaux de surface ne descend jamais au-dessous de 22° C et SOURNIA (1969) reprend et complète cette définition en s'appuyant sur les travaux de VAUGHAN (1940).

Afin d'essayer d'harmoniser la nomenclature, nous avons considéré l'existence de trois aires géographiques principales. Ces trois aires ont été définies en fonction de la température moyenne de l'eau de surface et elles sont délimitées naturellement par les principales convergences océaniques (SVERDRUP *et al.*, 1946; SEWELL, 1948).

- aires arctiques et antarctiques

Ces deux aires s'étendent dans l'hémisphère Nord et Sud, respectivement de la banquise à la convergence subpolaire Nord pour l'aire arctique et de la banquise à la convergence subpolaire Sud pour l'aire antarctique. La température de l'eau de surface varie de – 1°9 à + 5° C. Ces deux aires correspondent aux anciennes aires arctiques et antarctiques et en partie aux aires subarctiques, subantarctiques et subpolaires.

- aires tempérées Nord et Sud

sous-aires tempérées froides Nord et Sud : ces deux aires s'étendent des conver-

Source MNHN Paris

gences subpolaires aux convergences subtropicales. La température de l'eau de surface varie de + 5° C à + 10° C en moyenne. Les sous-aires tempérées froides correspondent en partie aux aires boréales et aux aires tempérées Nord et Sud.

sous-aires tempérées chaudes Nord et Sud : chacune de ces deux aires s'étend des convergences subtropicales aux convergences tropicales. La température de l'eau varie en moyenne de + 10° C à + 22° C en surface. Les sous-aires tempérées chaudes Nord et Sud correspondent, en partie, aux anciennes aires tempérées Nord et Sud ainsi qu'aux zones tempérées tropicales.

- aire intertropicale

L'aire intertropicale s'étend approximativement entre les convergences tropicales Nord et Sud. Dans cette aire, la température superficielle de l'eau ne descend jamais en dessous de + 22° C, à l'exception de régions où, en raisons de phénomènes saisonniers locaux la température de l'eau descend au-dessous de cette valeur (SOURNIA, 1959). L'aire intertropicale correspond aux anciennes aires tropicales, équatoriales et à une partie des aires tempérées tropicales.

Cette distribution des différentes espèces à l'intérieur de 3 principales aires de répartition ne fait pas intervenir les formes de transition, qu'elles soient subtropicales, subantarctiques ou subtempérées. Sans nier l'existence de formes de transition entre les différentes aires de répartition, nous considérons qu'une espèce de transition peut être classée comme appartenant en propre aux deux aires.

3.3.2.2. Fréquence des taxons

Sur la liste taxonomique sont indiquées les fréquences respectives de chaque taxon pour les récoltes réalisées dans les lagons, en haute mer et en eau douce. La fréquence s'exprime en pourcentage et correspond au rapport entre le nombre des individus d'un même taxon et le nombre total des individus observés dans la récolte (REYNAUD-BEAUVERIE, 1936). La fréquence s'oppose à l'abondance qui est une notion d'appréciation quantitative qui s'exprime en degrés d'abondance allant de 1 à 5.

La fréquence de chaque taxon a été calculée après un comptage effectué sur 1000 individus dénombrés sur 4 lames différentes pour remédier le plus possible à une répartition non homogène des diatomées sur la préparation. Il apparaît expérimentalement qu'il est nécessaire de compter un certain nombre d'individus pour obtenir des fréquences stables : au-delà de 500 individus dénombrés, les fréquences se stabilisent et se répètent si plusieurs comptages sont effectués sur une même récolte, alors que pour des valeurs inférieures ces fréquences oscillent largement. Pour des facilités de calcul et d'écriture nous avons compté 1000 individus par récolte.

Les fréquences indiquées correspondent aux fréquences cumulées des taxons inventoriés dans tous les lagons de Tahiti et de Moorea, soit 115 récoltes. Nous n'avons pas pris en considération les populations des lagons de îles sous le Vent en raison du faible nombre de récoltes.

Source MNHN Paris

Nous avons choisi 3 écarts de pourcentage pour définir les fréquences suivantes (Annexe 1) :

Très fréquent	50 à 100%	TF
Fréquent	10 à 50%	F
Rare	0 à 10%	R
Absent	0%	(-)

3.3.2.3. Écologie

Chaque fois que cela a été possible, l'écologie de chaque taxon a été précisée et en particulier la salinité, la température et l'éclairement. Pour la salinité nous avons complété la classification de GASSE (1975) qui s'appuie sur les travaux de KOLBE (1927), HUSTEDT (1953, 1957), SCHACHTER (1950) et AGUESSE (1957). Cette classification se rapporte aux eaux continentales et se base sur la teneur totale en sels dissous; pour les eaux euhalobes nous n'avons tenu compte que de la teneur en NaCl car ce sel est prédominant. Les espèces euryhalines peuvent supporter sans dommages de larges variations de salinité et sont opposées aux espèces sténohalines qui ne tolèrent que de faibles variations de salinité. Les espèces sténohalines sont ainsi classées en fonction de la qualité des eaux où elles vivent :

- eaux euhalobes : hyperhalobes + 36% NaCl
  équihalobes 36% NaCl
  polyhalobes 16,5 à 36% NaCl
  mésohalobes 2 à 16,5% NaCl
- eaux oligohalobes : 0,2 à 2% NaCl et autres sels
- eaux douces : moins de 0,2% NaCl et autres sels.

Les mots sténothermes et eurythermes, sténophotes et euryphotes indiquent le degré de tolérance de chaque taxon à l'égard des variations de température (-therme) ou de lumière (-phote); par ailleurs, suivant leurs exigences particulières, certains taxons sont appelés euthermes ou euphotes si leur développement nécessite une température élevée ou un fort éclairement, et oligothermes ou oligophotes dans le cas contraire.

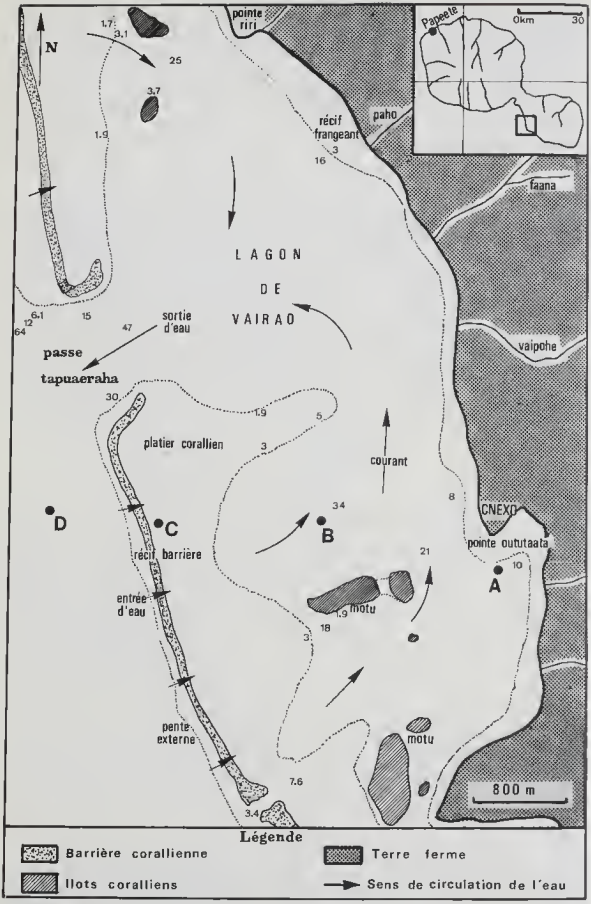
3.3.3. BIOTOPES EXPLORÉS

Les biotopes explorés se classent en 4 catégories : les lacs et les rivières, les lagons et les baies, les lagunes, la haute mer.

3.3.3.1. Lacs et rivières

Le lac de Vahiria est un lac de cratère qui se trouve à 432 mètres d'altitude dans l'île de Tahiti (Carte 2, p. 160) et qui est entouré par des montagnes culmi-

Source MNHN Paris



Carte 4. — Lagon de Vairao - Ile de Tahiti.

Source MNHN Paris

nant à 1800 mètres. Des pluies très fréquentes et très abondantes tombent sur cette partie de l'île et sont à l'origine des apports terrigènes importants qui donnent aux eaux vertes du lac une teinte rougeâtre sur sa bordure. La population algale unicellulaire est très riche, 2.10^5 cellules par litre, et les algues filamenteuses vertes et bleues sont nombreuses mais sans originalité. Il en est de même pour la végétation des rivières de Tahiti dont la densité en algues unicellulaires est plus faible, 3.10^3 à $8,7.10^3$ cellules par litre. Les algues filamenteuses sont essentiellement des Cyanophycées appartenant aux genres *Lyngbya, Anaboena, Calothrix, Nostoc, Scytonema*, et des Chlorophycées du genre *Cloniophora*.

3.3.3.2. Lagons et baies

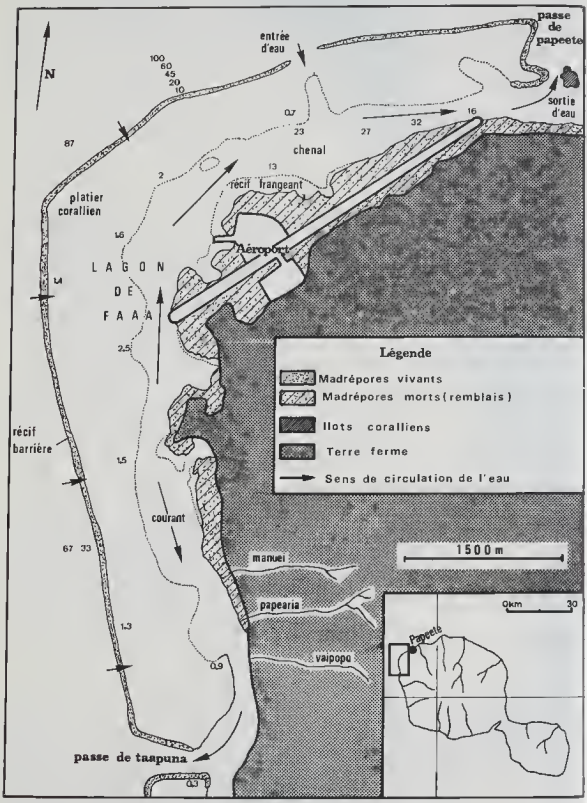
D'après leurs diverses caractéristiques ils ont été classés en trois catégories.

La 1e catégorie comprend des lagons étendus et profonds dont les échanges avec la haute mer sont intenses et le renouvellement des eaux rapide. Le récif barrière est continu avec une ou deux larges passes et les platiers coralliens sont modérément développés. Les variations physico-chimiques des eaux sont rapides et importantes au débouché des rivières, mais elles sont amorties dans le lagon proprement dit en raison de son volume. Un exemple parfait est fourni par le lagon de Vairao (Carte 4, p. 168) : il est très étendu, 8 kilomètres de long et 2 de large, relativement profond, 43 mètres, et ses eaux se renouvellent en 24 heures ce qui implique une circulation d'eau très importante. Les eaux de Vairao sont riches en silicates et en oxygène dissous et relativement riches en nitrates et phosphates. Comme exemples citons également les lagons de Paea (Tahiti) et d'Afareitu (Moorea) (Carte 2, p. 160), les lagons de Fare (Huahine) et d'Uturoa (Raiatea-Tahaa) (Carte 3, p. 162).

Les lagons de la 2e catégorie sont également largement ouverts aux échanges avec la haute mer mais ils sont plus influencés par les facteurs climatologiques en raison de leur faible profondeur due à un important développement des platiers coralliens. C'est le cas des lagons de Faaa (Carte 5, p. 170) et Punauia (Tahiti) (Carte 2, p. 160) et de Tiva (Tahaa) (Carte 3, p. 162). Parfois les platiers coralliens du récif frangeant et du récif barrière prennent une grande extension et ne laissent entre eux deux qu'un étroit chenal navigable parallèle à la côte : c'est le cas du lagon de Tiahura (Moorea) (Carte 6, p. 172).

La 3e catégorie est celle des lagons et des baies peu ouverts aux influences océaniques et par conséquent plus soumis aux influences continentales. Les baies pénètrent profondément à l'intérieur des terres, comme la baie de Cook ou de Papetoai à Moorea (Carte 2, p. 160) ou celle de Haopu à Huahine (Carte 3, p. 162); les fonds de ces baies sont couverts de sable ou de vase apportée par les ricières et on n'y observe pas de madrépores en raison de la turbidité et des apports d'eau douce. Les diatomées benthiques des sédiments des baies diffèrent notablement de celles peuplant les sables des lagons. En raison de l'importance de la barrière récifale, les lagons sont en partie soustraits aux influences océaniques : l'île de Bora-Bora est en grande partie entourée par une barrière récifale

Source MNHN Paris



Carte 5. — Lagon de Faaa - Ile de Tahiti.

Source : MNHN, Paris

qui émerge de 2 à 3 mètres, sur laquelle poussent des cocotiers (Carte 6, p. 172), et qui empêche toute communication entre les eaux du lagon et les eaux océaniques. Les échanges ne sont possibles que dans la partie sud de l'île où le récif barrière est réduit et dans la partie ouest au niveau de la seule passe. A Bora-Bora, les eaux sont caractérisées par une teneur en oxygène dissous plus faible que dans les autres lagons : 4,7 à 5 ml/litre au lieu de 6,5 ml/litre à Vairao (Tahiti) et 7,1 ml/litre à Tiahura (Moorea).

3.3.3.3. Lagunes

Les deux lagunes importantes de l'archipel de la Société sont celles de Mitirapa (Tahiti) (Carte 2, p. 160) et celle de Maeva (Huahine) (Carte 3, p. 162). Les apports en eau de mer sont limités et l'évaporation pourrait entraîner une sursalure importante s'il n'y avait d'importants apports d'eau douce.

Les lagunes sont peu profondes, riches en diatomées benthiques, et les teneurs en sels minéraux et en matières organiques sont élevées. La forte densité cellulaire, $3{,}2.10^5$ par litre, explique la présence de nombreux mollusques bivalves : huîtres à Mitirapa et palourdes à Maeva.

3.3.3.4. Haute mer

La population phytoplanctonique est essentiellement composée de dinoflagellés et de diatomées centriques qui contrastent avec la flore récoltée dans les lagons. Les paramètres physico-chimiques sont beaucoup plus stables que dans les lagons et les teneurs en sels dissous plus faibles.

Certaines parties du rivage des îles de la Société, la côte Est de Tahiti par exemple, ne possèdent pas de lagon en l'absence de toute barrière récifale. Dans ces conditions est créé un biotope particulier résultant du contact direct du rivage avec la haute mer : la faune et la flore, habituellement présentes sur la partie externe du récif barrière, se retrouvent en bordure du rivage qui présente un faciès battu inhabituel.

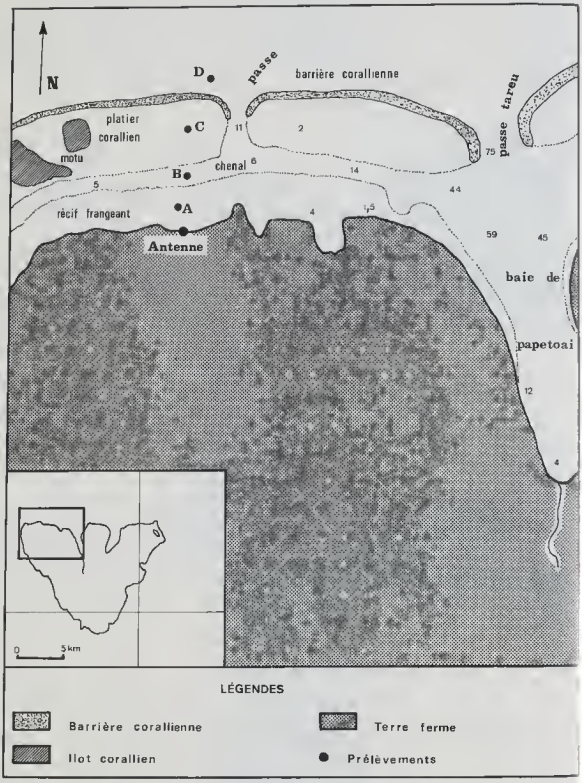
3.3.4. LISTE DES TAXONS RÉCOLTÉS (Annexe 1, p. 281).

3.4. CONCLUSIONS - CARACTERES DE LA FLORE

L'examen détaillé de l'inventaire floristique amène les remarques suivantes :

- l'inventaire floristique, arrêté à la fin de 1974, fait état de 70 genres regroupant 580 taxons dont 55 d'eau douce et 525 marins. Parmi ces 580 taxons, 44 sont nouveaux pour la science dont 30 espèces, 9 variétés, 5 formes et 3 combi-

Source MNHN Paris



Carte 6. — Lagon de Tiahura - Ile de Moorea.

Source MNHN Paris

naisons nouvelles : 1 *Amphiprora*, 3 *Amphora*, 3 *Campylodiscus*, 1 *Cocconeis*, 1 *Gomphonema*, 8 *Gyrosigma*, 1 *Licmophora*, 16 *Mastogloia*, 2 *Navicula*, 6 *Pleurosigma*, 2 *Surirella*, 1 *Trachyneis*, 1 *Biddulphia*, 1 *Ethmodiscus*, 1 *Triceratium* (RICARD, 1970a, 1974, 1975a et b).

- 121 taxons sont nouveaux pour l'aire intertropicale, soient 22 taxons d'eau douce et 99 d'eau de mer, qui se répartissent ainsi dans les différents genres : en eau douce, 4 *Achnanthes*, 1 *Caloneis*, 4 *Epithemia*, 1 *Eunotia*, 1 *Fragilaria*, 6 *Gomphonema*, 1 *Hantzschia*, 1 *Surirella*, 2 *Pinnularia*, 1 *Cyclotella*; en eau de mer, 1 *Amphiprora*, 15 *Amphora*, 1 *Auricula*, 2 *Caloneis*, 6 *Campylodiscus*, 2 *Cocconeis*, 2 *Dimeregramma*, 3 *Diploneis*, 3 *Gyrosigma*, 5 *Licmophora*, 2 *Licmosphenia*, 17 *Mastogloia*, 14 *Navicula*, 10 *Nitzschia*, 1 *Podocystis*, 5 *Pleurosigma*, 1 *Rhabdonema*, 1 *Rhaphoneis*, 1 *Stauroneis*, 5 *Surirella*, 4 *Synedra*, 1 *Thalassiothrix*, 1 *Biddulphia*, 4 *Coscinodiscus*, 2 *Triceratium*.

- certains taxons sont endémiques des lagons ou de l'océan alors que d'autres peuplent indifféremment l'un et l'autre : 366 taxons ne sont récoltés que dans les lagons (327 pennées et 39 centriques), 19 taxons ne peuplent que le domaine océanique (2 pennées et 17 centriques) et 140 taxons sont récoltés aussi bien dans le lagon que dans l'océan (82 pennées et 58 centriques).

- parmi les 55 taxons répertoriés en eau douce, 51 sont benthiques et 4 planctoniques.

Certains genres prédominent dans les récoltes; ceci est dû à leur grande taille, c'est le cas du genre *Ethmodiscus*, ou bien à leur diversité, c'est le cas du genre *Mastogloia*. Le genre *Ethmodiscus* ne compte que deux espèces en Polynésie mais leur grande taille leur confère une place importante au sein de la biomasse planctonique. *Ethmodiscus gazellae* et *E. appendiculatus* forment d'importants dépôts marins (RICARD, 1970b; RICARD et GASSE, 1972) mais ils ne sont que très rarement récoltés à l'état vivant, exception faite pour les eaux de Tahiti où ils sont pérennants.

Parmi les 71 genres répertoriés dans les lagons de Tahiti, 10 genres prédominent car ils englobent 326 taxons, soit 55% du nombre total; ces genres sont les suivants : *Mastogloia* (71 taxons), *Navicula* (57 taxons), *Amphora* (47 taxons), *Nitzschia* (40 taxons), *Campylodiscus* et *Diploneis* (22 taxons), *Triceratium* (18 taxons), *Pleurosigma* (17 taxons), *Coscinodiscus* (16 taxons) et *Biddulphia* (15 taxons). Avec 71 taxons représentant 13% du total, le genre *Mastogloia* est particulièrement bien représenté; cette abondance et cette diversité ne sont pas très surprenantes car le genre est habituellement abondant dans les eaux intertropicales du Pacifique et de l'océan Indien, mais ce qui est étonnant c'est l'abondance de ce genre, essentiellement benthique, dans le plancton. Les sables et vases des lagons et des baies sont riches en espèces, variétés et formes du genre *Mastogloia* dont nous n'avons pas fait état car nous ne les avons pas récoltées dans le plancton.

Mises à part quelques petites poussées algales limitées dans le temps et circonscrites à quelques espèces, ainsi que nous le verrons dans les chapitres suivants, les eaux des lagons sont peuplées de diatomées dont la caractéristique

Source MNHN Paris

principale réside dans leur grande diversité.

A biomasse égale, rien ne devrait s'opposer à ce que les lagons comptent une grande quantité d'individus appartenant à un nombre limité d'espèces, plutôt que des diatomées très diversifiées dont chaque taxon ne serait représenté que par quelques individus : les conditions écologiques particulières qui règnent à l'intérieur des lagons semblent pouvoir expliquer cette diversité taxonomique. En effet l'antagonisme ou la synergie des différents facteurs climatologiques, physico-chimiques, topographiques et hydrodynamiques sont à l'origine des changements, parfois profonds et soudains, qui ne sont guère favorables au développement intensif d'espèces vivant dans un milieu d'adoption. Les spécimens récoltés proviennent soit du benthos du lagon d'où elles ont été arrachées par les actions mécaniques du milieu, soit du plancton de la haute mer. En fait les diatomées seraient piégées dans la nasse formée par le lagon où elles pourraient survivre et se reproduire mais où elles ne pourraient pas, en général, former de populations importantes.

Du point de vue floristique, le lagon de Vairao est le plus intéressant car tous les genres et presque tous les taxons y sont représentés; parmi ces taxons 75% sont des diatomées pennées et 25% des diatomées centriques, ce qui indique une prédominance des diatomées benthiques et tychoplanctoniques des genres *Mastogloia, Navicula* et *Nitzschia* sur les genres planctoniques. Cette prédominance des diatomées pennées est très nette dans les lagons de la côte ouest de Tahiti et de sa presqu'île, ainsi que dans les lagons d'Afareitu (Moorea) et de Fare (Huahine).

Dans la plupart des lagons de la deuxième catégorie (cf. p. 169), des différences notables apparaissent quand on compare leurs populations avec celles de Faaa et de Vairao. Les diatomées des lagons des îles sous le Vent, à l'exception de Bora-Bora, sont beaucoup plus riches en diatomées planctoniques : 45% à 65% selon les récoltes. Les genres *Rhizosolenia, Chaetoceros* et *Asterolampra* sont prépondérants, et les diatomées pennées des genres *Mastogloia, Navicula* et *Nitzschia* sont peu représentées, à l'exception du genre *Diploneis*. Cette abondance de formes planctoniques met en évidence une influence océanique très marquée sur les eaux de ces lagons.

A Moorea, la population de diatomées planctoniques et tychobenthiques varie selon les conditions écologiques : en fonction de l'importance des influences océaniques la composition des populations se rapproche tantôt de celle de Vairao, riche en espèces benthiques, et tantôt de celle des îles sous le Vent dominée par les formes planctoniques (RICARD, 1976b).

Les populations de Bora-Bora et des baies de Moorea comptent, comme à Vairao, un fort pourcentage de diatomées benthiques. Dans les baies, les apports en eaux douces prennent plus d'importance que dans les lagons car le renouvellement des eaux y est beaucoup plus lent en raison de leur topographie et de l'éloignement de la barrière récifale. Les diatomées dulçaquicoles, transportées par les rivières, y sont nombreuses et les espèces saumâtres se développent abondamment dans les eaux polyhalobes.

Source : MNHN, Paris

Les populations phytoplanctoniques des lagons d'îles hautes sont caractérisées par le mélange de formes planctoniques et benthiques. Ce mélange résulte des conditions hydrodynamiques propres aux lagons et sa composition reflète l'influence des masses insulaires et océaniques. Le phytoplancton des lagons des îles hautes et des atolls ouverts se différencie de celui des lagons d'atolls fermés où les formes benthiques, particulièrement les diatomées, ne représentent qu'une faible part du plancton en raison de l'hydrodynamisme différent des masses d'eau (SOURNIA et RICARD, 1975a). Dans les lagons des îles de l'archipel de la Société, la flore des diatomées est très riche en formes planctoniques et benthiques qui présentent des variations qualitatives et quantitatives que nous étudierons dans les chapitres suivants.

Source MNHN Paris

STRUCTURE DES PEUPLEMENTS

4.1. INTRODUCTION

Au moyen de l'analyse statistique et des traitements mathématiques des données, ont été étudiées les structures des peuplements de diatomées de deux lagons de Tahiti : Faaa et Vairao.

Cette étude est basée sur la comparaison des fréquences relatives de 314 taxons provenant de 48 récoltes au filet réalisées mensuellement, dans les eaux superficielles des deux lagons, de janvier 1972 à décembre 1973 (cf. p. 166). Le but de cette recherche était de vérifier si l'évolution qualitative et quantitative des populations de diatomées suivait l'évolution annuelle de la production primaire qui augmente au cours de la saison des pluies mais décroît fortement au cours de la saison sèche. En d'autres termes, était-il possible de définir des cycles saisonniers et pouvait-on relier leur évolution à celle de la pluviosité ? D'autre part, quelle pouvait être l'évolution mensuelle des populations de diatomées qui participent très peu à la production carbonée dans les écosystèmes coralliens et quels pouvaient être les facteurs qui induisent cette évolution ?

Le choix des deux lagons a été guidé par les deux raisons suivantes : d'une part, le plupart des récoltes effectuées à Tahiti, de 1968 à 1971, l'avaient été dans les lagons de Faaa et de Vairao ce qui avait permis de constater la richesse et la diversité de leurs populations; d'autre part, ainsi que l'expliquera le chapitre suivant consacré à la productivité primaire, les mesures réalisées dans ces deux lagons mettaient en évidence leurs similitudes de teneur en chlorophylle et de production carbonée.

Dans un premier temps les populations ont été étudiées et comparées au moyen des techniques statistiques classiques pour l'étude du phytoplancton, en particulier en utilisant les indices de diversité spécifique et les indices de diversité relative comme la dominance.

Ensuite, grâce à l'analyse factorielle des correspondances, nous avons comparé entre elles les populations des deux lagons de façon à mettre en évidence les similitudes et souligner les différences. Pour chaque lagon a été effectuée une classification hiérarchique des récoltes et des taxons pour tenter de dégager des groupes d'espèces associées (sociabilité spécifique).

Source : MNHN, Paris

4.2. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

4.2.1. MÉTHODES ET TECHNIQUES

Les techniques utilisées pour récolter, nettoyer, monter et dénombrer les diatomées ont été précédemment décrites dans le deuxième chapitre.

Afin d'éliminer les espèces rares ayant une faible valeur indicatrice et faciliter le dépouillement des résultats, seules ont été conservées les espèces dont la fréquence relative était supérieure à 1% de la fréquence totale, non sans avoir préalablement vérifié si ces diatomées ne caractérisaient pas la population d'un des deux lagons à un moment donné. Cette barre de 1% a permis d'éliminer, lors d'un premier passage sur ordinateur, 200 espèces et de n'en retenir que 314 dont certaines ne sont représentées que dans un des deux lagons.

Les fréquences de chaque espèce varient selon que l'on s'adresse à des récoltes mensuelles, annuelles, propres à un lagon ou ayant trait à l'ensemble des récoltes. En conséquence nous avons été amenés à définir les fréquences suivantes :

Fm : fréquence totale mensuelle de chaque espèce dans la récolte considérée.
FV : fréquence totale de chaque espèce dans les 24 récoltes de Vairao (ΣFm Vairao)
FF : fréquence totale de chaque espèce dans les 24 récoltes de Faaa (ΣFm Faaa)
FT : fréquence totale de chaque espèce dans les 48 récoltes des 2 lagons (FV + FF)
fm : fréquence relative mensuelle de chaque espèce (Fm/FT)
fv : fréquence relative de chaque espèce à Vairao (FV/FT)
ff : fréquence relative de chaque espèce à Faaa (FF/FT)

Les récoltes ont été étudiées au moyen de divers indices afin de tenter de mettre en évidence une évolution cyclique des diatomées au sein des deux lagons. Les indices utilisés décrivent soit la diversité spécifique qui donne une expression quantitative de la structure d'un peuplement, soit la dominance qui chiffre la représentativité d'une ou plusieurs espèces par rapport à la population globale. Les indices de diversité spécifique sont au nombre de trois : deux ont été définis par MARGALEF (1951 et 1961) et un par MENHINICK (1964) :

$$D_1 = \frac{S - 1}{\log N} \qquad \text{MARGALEF 1951}$$

$$D_2 = \frac{S}{\sqrt{N}} \qquad \text{MENHINICK 1964}$$

$$D_3 = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{n_1!n_2!\ldots n_s!} \qquad \text{MARGALEF 1961}$$

S = nombre d'espèces récoltées
N = nombre total d'individus récoltés
n_i = nombre d'individus de la ième espèce, les espèces étant classées suivant leur fréquence décroissante.

Source : MNHN, Paris

Dans les résultats exprimés, tous les comptages ont été ramenés à la valeur 1000, et les formules ci-dessus ont été modifiées en conséquence puisque N est toujours égal à 1000, ceci afin de comparer plus facilement les différentes récoltes entre elles. En effet dans certaines récoltes, une espèce pouvait être à ce point dominante qu'il était alors nécessaire de compter plusieurs milliers de cellules pour pouvoir dénombrer les autres espèces présentes dans la récolte, qui, sans cela, n'auraient pas pu être prises en compte. Ceci s'est produit à plusieurs reprises, en particulier à Vairao en avril 1973 lorsque *Chaetoceros curvisetum* et *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* représentaient 85% de la population du lagon.

TRAVERS (1971) constate que les indices D_1 et D_2 apportent presque autant de renseignements que l'indice D_3 compte tenu de sa complexité; néanmoins nous avons préféré utiliser D_3 qui est plus précis dans la description de la composition qualitative de la récolte puisqu'il fait intervenir les factorielles du nombre d'individus de chaque espèce et accorde une moindre importance au nombre total d'espèces récoltées S.

Dans le calcul de la dominance, les formules de TRAVERS (1971) et de HULBURT (1963) sont les suivantes :

$$d_1 = \frac{100 \cdot n_1}{N} \qquad \text{TRAVERS 1971}$$

$$d_2 = \frac{100\,(n_1 + n_2)}{N} \qquad \text{HULBURT 1963}$$

Ces deux formules ne décrivent pas avec suffisamment de précision l'évolution de la dominance dans les récoltes de Faaa et de Vairao et nous avons essayé de dégager une formule, tout aussi simple, mais mieux adaptée à notre recherche. Les formules d_1 et d_2 ont été élargies aux 3, 4, 5 et 6 premières espèces les plus fréquentes de chacune des 48 récoltes.

Si, sur un graphique, l'on place les récoltes avec, en abscisse, les valeurs de la diversité D_3 et, en ordonnée, celles de la dominance, les 48 récoltes se répartissent autour d'une droite dont la définition est optimale pour une dominance calculée à partir de la fréquence des 4 premières espèces selon la formule suivante :

$$d_4 = \frac{100\,(n_1 + n_2 + n_3 + n_4)}{N}$$

Au moyen de la diversité spécifique D_3 et de la dominance d_2 et d_4 d'une part, de la classification des espèces de chaque récolte selon leur fréquence d'autre part, nous avons essayé, sans succès, de mettre en évidence les 3 stades successifs des populations phytoplanctoniques ainsi que l'indique FRONTIER (1969). Par contre, la courbe obtenue en cumulant successivement la fréquence des 60 premières espèces de chaque récolte a une forme indicatrice de l'évolution de la population des deux lagons.

Parmi les nombreux indices de diversité spécifique et de diversité relative

Source : MNHN, Paris

(dominance, redondance, équitabilité), seuls ont été utilisés les indices de diversité spécifique D_3 (MARGALEF, 1961), en raison de sa grande précision et d'autres caractéristiques que nous exposerons plus loin, et la dominance d_4 du fait de sa parfaite adaptation à la description des populations du phytoplancton.

4.2.2. RÉSULTATS

Chacune des 48 récoltes de Faaa et de Vairao possède plusieurs caractéristiques qui les différencient les unes des autres ou qui, au contraire, les rapprochent. Ces caractéristiques sont les différents indices de diversité spécifique et la dominance :

- S qui représente le nombre total d'espèces récoltées (espèces au sens strict, variétés et formes).
- la diversité spécifique D et en particulier la diversité D_3 de MARGALEF (1961).
- la dominance d_1 et d_2, mais plus encore la dominance d_4 telle qu'elle a été définie à la page 178,

mais ce sont également les fréquences propres à chaque espèce, que ces espèces soient communes et présentes dans toutes ou presque toutes les récoltes, ou bien qu'elles ne soient représentées que dans quelques prélèvements qu'elles caractérisent du fait de leur rareté. Dans l'annexe 4 figurent, pour chaque récolte de Faaa et de Vairao, deux listes se rapportant aux espèces les plus caractéristiques :

- dans la liste située sur la partie gauche de la page sont indiquées les dix espèces ayant la fréquence mensuelle Fm la plus élevée de la récolte étudiée. La valeur de la fréquence est importante, mais le rang l'est tout autant car il permet d'avoir une idée de la succession des différentes espèces et de l'évolution des populations.
- dans la liste placée dans la partie droite de la page figurent les dix espèces les plus caractéristiques de chaque récolte dont la fréquence relative mensuelle fm est maximale dans la récolte étudiée par rapport à toutes les autres récoltes où cette espèce est présente.

Une espèce peut figurer dans deux colonnes en même temps lorsque, tout à la fois, elle domine et caractérise une population. Ceci est particulièrement le cas des espèces dont la fréquence mensuelle est élevée mais qui ne sont présentes que dans un faible nombre de récoltes : à Vairao en mars 1973, *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* est dominante (colonne de gauche) et se trouve également être la 3e espèce la plus caractéristique de cette même récolte (colonne de droite); en avril 1973 à Vairao, *Chaetoceros curvisetum* et *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* sont à la fois les deux espèces dominantes et les deux espèces les plus caractéristiques de la population du lagon.

A partir des valeurs de la diversité et de la dominance ont été tracées les courbes correspondant aux 4 séries de récoltes annuelles (Fig. 5) : la courbe 1 correspond à la diversité spécifique de chaque récolte, les courbes 2, 3 et 4 représen-

Source MNHN Paris

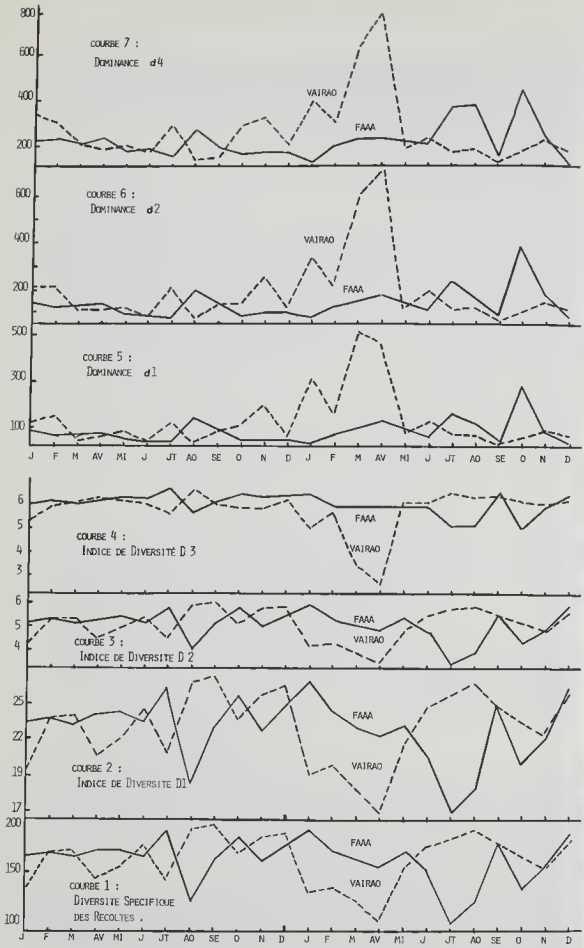


Fig. 5. — Courbes décrivant l'évolution, de janvier 1972 à décembre 1973, de la diversité spécifique S, des indices de diversité D_1, D_2, D_3 et de la dominance d_1, d_2 et d_4.

Source : MNHN, Paris

tent les variations des indices de diversité D_1, D_2 et D_3, et les courbes 5, 6 et 7, celles des dominances d_1, d_2 et d_4. L'examen des courbes 1 à 4 et 5 à 7 ne montre aucune répétition ni alternance des minimums et des maximums qui puisse suggérer l'existence de cycles saisonniers, mais souligne la nette opposition entre les populations de Faaa et de Vairao : l'augmentation de la diversité ou de la dominance de la population d'un des deux lagons correspond très souvent à une baisse de la dominance ou de la diversité dans l'autre lagon et inversement.

Les populations de Faaa présentent deux importants minimums de la diversité. Le premier, en août 1972, n'est pas mis en évidence par la courbe 4 relative à la diversité D_3 car il ne correspond pas vraiment à la forte dominance d'une espèce, mais plutôt à une pauvreté de l'échantillon étudié : il n'est pas exclu que cette pauvreté soit due à un sous-échantillonnage lors de la récolte ou lors du nettoyage des diatomées et du montage des préparations. Le deuxième minimum de diversité, plus marqué que le précédent, correspond à une évolution de la population sur 7 mois, de février à novembre 1973 : après le maximum de janvier 1973, la diversité décroît progressivement jusqu'en juillet et août 1973 où elle atteint sa valeur minimale. Ces deux minimums de juillet et août correspondent à une forte dominance d'*Asterolampra marylandica* associé à *Gyrosigma balticum, Nitzschia valida, Coscinodiscus nodulifer.*

A Vairao, la diversité est minimale en avril 1973 en raison de la présence de *Chaetoceros curvisetum* et de *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* qui apparaissent en mars 1973 et se développent abondamment en avril comme en témoigne la valeur de la dominance d_4 (cf. Fig. 5).

Les maximums de diversité se situent, à Faaa, en juillet et octobre 1972 et en septembre et décembre 1973. A Vairao, les maximums se correspondent d'une année sur l'autre : en août-septembre et décembre pour 1972, en août et en décembre pour 1973. A l'exception des mois de décembre où les mêmes espèces sont présentes dans les récoltes homologues de 1972 et 1973 à Vairao, il n'y a pas de relation directe entre la diversité et la présence de certaines espèces bien définies.

L'étude des 7 courbes (Fig. 5) permet de constater que la dominance d_4, calculée selon une formule très simple (cf. p. 178) reflète parfaitement la composition de la récolte au même titre que l'indice de diversité D_3 de Margalef, contrairement aux formules simplifiées D_1 et D_2. En effet, les indices D_1 et D_2 reflètent précisément la diversité spécifique S et donnent la même importance aux deux minimums de juillet 1973 à Faaa et d'avril 1973 à Vairao (Fig. 5, courbes 2 et 3) tandis que l'indice D_3 (Fig. 5, courbe 4) diminue l'importance du minimum de Faaa mais conserve celle du minimum observé à Vairao. Proportionnellement la valeur de la dominance des différentes récoltes de Faaa décroît sur les courbes 5 et 6 pour atteindre sa valeur minimale sur la courbe 7 alors que la dominance des récoltes de Vairao augmente de la courbe 5 à la courbe 7. Il y a donc un réajustement de la valeur de l'indice D_3 par rapport aux indices D_1 et D_2, ce réajustement étant dû au mode de calcul de D_3 qui, par l'intermédiaire des factorielles, prend en compte toutes les espèces même les moins fréquentes, comme pour D_1 et D_2, mais ne leur donne que peu d'importance. Au contraire,

Source MNHN Paris

les formules permettant de calculer D_1 et D_2 font également appel à toutes les espèces mais ne tiennent pas compte de leur fréquence au sein de la récolte et, par conséquent, leur accordent la même importance.

Ceci explique également que la dominance reflète plus ou moins la composition de la population selon qu'elle est calculée à partir d'une ou plusieurs espèces ayant une fréquence élevée : quand une espèce est très fortement dominante, la fréquence des espèces suivantes est très faible; par contre, quand la dominance de la première espèce est faible, la dominance des autres espèces est comparativement plus élevée. Afin de déterminer avec précision le nombre des espèces les plus fréquentes devant intervenir dans le calcul de la dominance, nous avons étudié l'évolution de la régression entre les différentes valeurs de l'indice de diversité D_3 et les différentes dominances calculées en sommant successivement les fréquences des 1e, 2e, 3e, 4e, 5e et 6e espèces les plus fréquentes de chaque récolte. Les différents points obtenus s'alignent plus ou moins suivant une droite dont l'équation est :

$$y = ax + b .$$

Les principales caractéristiques des 6 droites de régression entre D_3 d'une part, et d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 et d_6 d'autre part, sont résumées dans le tableau suivant :

dominance d	coeff. de corrélation r	ordonnée à l'origine b	coefficient directeur a	coeff. de détermination de la régression r^2
d_1	– 64,7	875	– 129,9	0,85
d_2	– 86,3	1190	– 173,2	0,92
d_3	– 86,9	1231	– 173,3	0,93
d_4	– 87,9	1286	– 176,5	0,96
d_5	– 87,8	1316	– 176,3	0,95
d_6	– 86,3	1328	– 173,2	0,94

C'est la formule d_4, tenant compte des 4 espèces les plus fréquentes de la récolte, qui a la corrélation la plus forte avec la diversité (corrélation inverse : – 87,9) et le coefficient de détermination le plus élevé (0,96). Cela signifie que les espèces les plus fréquentes de chaque récolte déterminent la représentativité des autres espèces et par conséquent la diversité de la récolte : il est donc possible de prévoir la diversité d'une population en connaissant la valeur de la dominance. Ceci se conçoit très bien pour les populations des lagons de Polynésie Française où quelques dizaines d'espèces constituent la quasi totalité du peuplement tout au long de l'année, les variations des espèces sporadiques ou de faible représentativité ne jouant qu'un rôle mineur. A ce propos, il nous paraît intéressant de faire trois remarques concernant les indices précités :

- la valeur de S (nombre total d'espèces dénombrées dans chaque récolte) et la valeur des deux indices de diversité spécifique D_1 (MARGALEF, 1951) et D_2 (MENHINICK, 1964), tels que nous les utilisons, est inférieure à la réalité puisque les espèces ayant une fréquence inférieure à 1% de la fréquence totale de

Source : MNHN, Paris

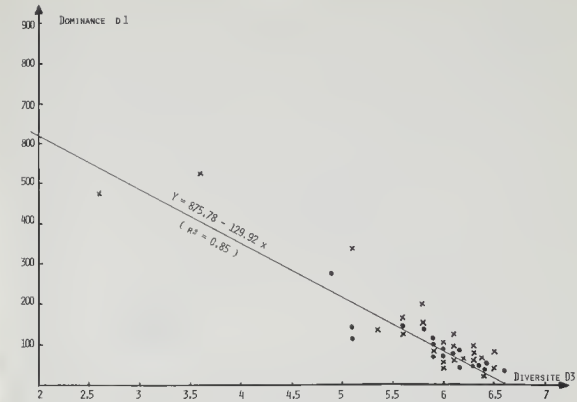


Fig. 6-1. – Droite de régression entre la dominance d_1 et l'indice de diversité D_3.

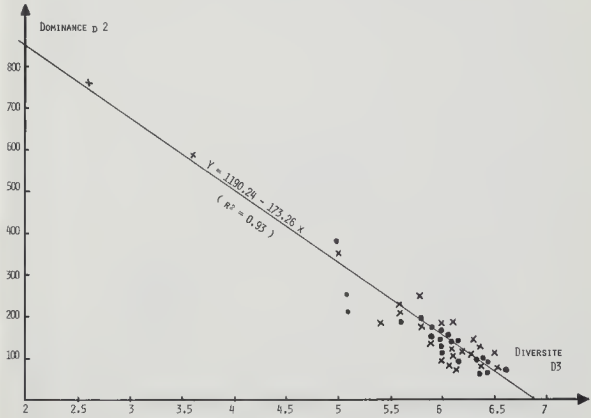


Fig. 6-2. – Droite de régression entre la dominance d_2 et l'indice de diversité D_3.

Source : MNHN, Paris

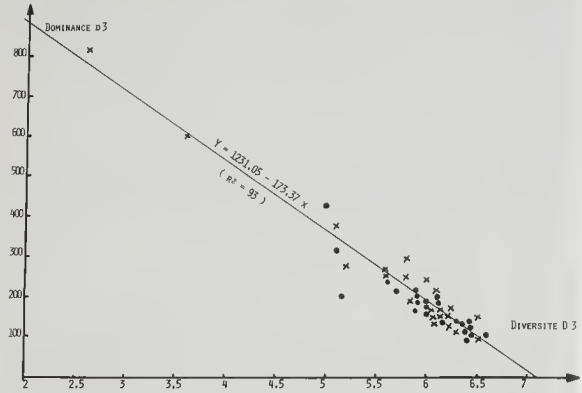


Fig. 6-3. — Droite de régression entre la dominance d_3 et l'indice de diversité D_3.

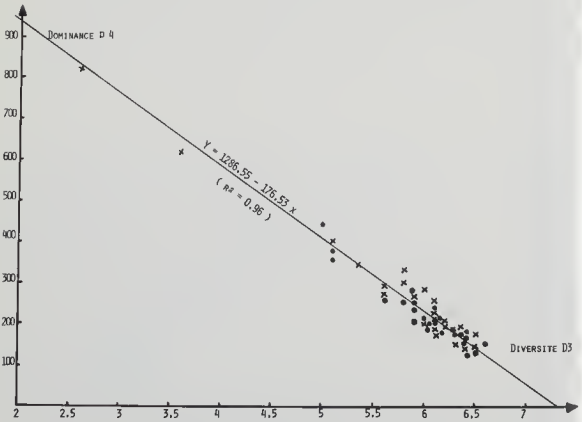


Fig. 6-4. — Droite de régression entre la dominance d_4 et l'indice de diversité D_3.

Source : MNHN, Paris

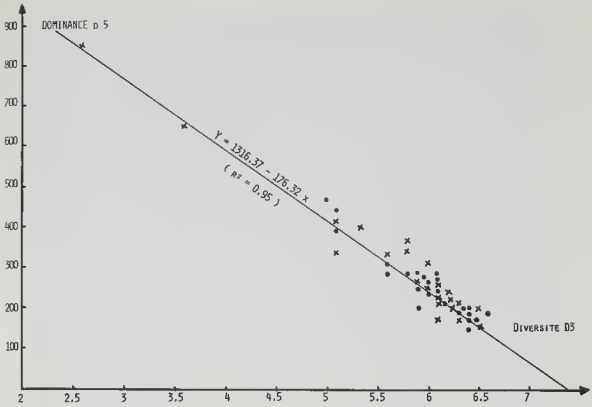


Fig. 6-5. — Droite de régression entre la dominance d_5 et l'indice de diversité D_3.

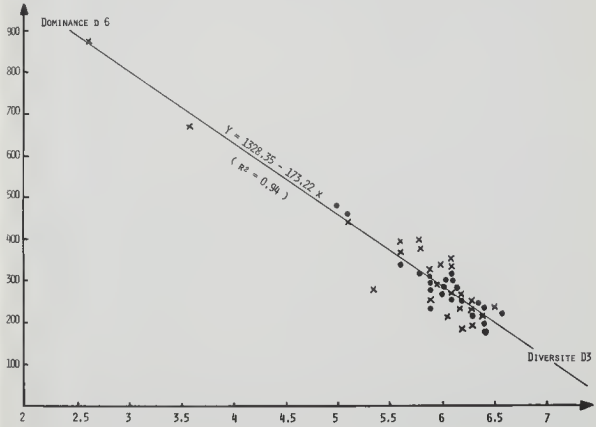


Fig. 6-6. — Droite de régression entre la dominance d_6 et l'indice de diversité D_3.

Source : MNHN, Paris

toutes les espèces ont été retirées de l'analyse (cf. p. 177).

- les indices S, D_1 et D_2 ont en commun deux inconvénients majeurs par rapport à l'indice D_3 (MARGALEF, 1961) et aux dominances d_1, d_2 et d_4 (cf. p. 178) : d'une part S, D_1 et D_2 accordent la même importance aux espèces prédominantes ayant des fréquences élevées et aux espèces rares et sporadiques; d'autre part S, D_1 et D_2 dépendent tout particulièrement de la personne qui étudie les récoltes et de sa conception toute personnelle du taxon, ce qui fait que, pour une même récolte, S, D_1 et D_2 peuvent présenter d'importantes variations. Dans ces conditions le calcul de la diversité d'après la formule D_3 de Margalef et les diverses dominances d_1, d_2 et d_4 évitent, en partie tout au moins, cet aspect subjectif de la détermination des spécimens puisque l'indice de diversité D_3 prend en compte toutes les espèces, et que, d'un autre côté, les diverses formules de calcul de la dominance ne prennent en compte que les espèces les plus fréquentes de chaque récolte.

- D_3 mesurant l'entropie d'une population phytoplanctonique assimilée à un système particulaire n'est pas vraiment un indice de dominance mais n'est pas non plus un indice de diversité spécifique tel que défini par MARGALEF (1951) ou par MENHINICK (1961) : D_3 se trouve à mi-chemin entre ces deux indices et fournit un schéma théorique d'un ensemble phytoplanctonique.

D'un autre côté, d_4 n'est plus un indice de dominance tel que le représentent d_1 et d_2, mais se rapproche de D_3 ainsi que nous l'avons vu précédemment (cf. p. 181).

D_3 reflète donc à la fois la diversité spécifique et la dominance de la population étudiée mais d_4, qui représente une bonne approximation de D_3, est d'une simplicité de calcul telle qu'il est plus intéressant à utiliser en routine que la formule de Margalef. Néanmoins, pour des populations phytoplanctoniques autres que celles des lagons de Tahiti, il serait nécessaire de vérifier si d_4 fournit une aussi bonne approche de D_3.

L'examen des listes des 10 espèces les plus fréquentes de chaque récolte permet de constater que 72 espèces seulement sur 314 s'associent pour constituer les 48 groupes de 10 espèces soit 480 espèces (Tableau 7). Parmi ces 72 espèces, 29 sont communes aux deux lagons et 49 sont caractéristiques d'un des deux lagons, 22 à Faaa et 21 à Vairao. 22 espèces ne sont représentées qu'une seule fois, ce qui signifie que 50 espèces seulement forment la population de base des deux lagons. A l'exception de 11 espèces de petite taille dont 9 n'ont été récoltées qu'une seule fois, et de 15 espèces de taille moyenne, les 46 autres espèces sont des diatomées de grande et même de très grande taille (*Ethmodiscus, Rhizosolenia*) ou bien des diatomées coloniales (*Chaetoceros, Triceratium, Melosira, Asterionella*) qui sont particulièrement bien représentées dans le plancton végétal où elles constituent la quasi totalité de la biomasse.

Si l'on étudie plus particulièrement les 20 espèces les plus fortement représentées dans les lagons de Faaa et de Vairao, on constate que ces espèces ont une évolution spatio-temporelle qui diffère selon le lagon considéré (Fig. 3 à 6). Ces espèces comprennent 3 espèces tychoplanctoniques de petite taille (T, PT), 3 espèces tychoplanctoniques de taille moyenne (T, TM), 2 espèces planctoniques coloniales (P, Col.) et 12 espèces de grande taille dont 5 sont planctoniques

Source : MNHN Paris

TAXONS RECOLTES	FAAA		VAIRAO		REPARTITION DES TAXONS		
	1972	1973	1972	1973	COMMUN	FAAA	VAIRAO
Actinocyclus ehrenbergii	–	2	5	7	+		
Actinocyclus subtilis	3	3	9	8	+		
Amphora coffeaeformis	–	–	–	1			+
Amphora cymbifera	4	4	–	–		+	
Amphora mexicana	1	–	–	–		+	
Amphora proboscidea	–	–	–	1			+
Amphora obtusa	3	1	5	–	+		
Amphora securicula	–	–	–	1			+
Asterionella notata	1	–	–	–		+	
Asterolampra marylandica	–	5	–	–		+	
Biddulphia aurita	–	1	–	–		+	
Biddulphia pulchella	–	–	1	5			+
Caloneis liber	4	–	–	–		+	
Chaetoceros atlanticum	–	–	1	–			+
Chaetoceros curvisetum	3	1	6	2	+		
Chaetoceros messanense	–	–	1	–			+
Chaetoceros peruvianum	–	–	2	2			+
Campylodiscus incertus	–	–	–	1			+
Cocconeis heteroidea	–	–	–	3			+
Cocconeis pellucida	2	1	1	4	+		
Cocconeis placentula	1	–	–	–		+	
Cocconeis vairaense	–	–	–	1			+
Coscinodiscus nitidus	–	–	–	1			+
Coscinodiscus nodulifer	–	2	–	–		+	
Dimeregramma dubium	1	–	2	1	+		
Diploneis boboides	1	–	1	1	+		
Diploneis bombus	–	–	8	6			+
Diploneis crabro	–	–	–	1			+
Diploneis smithii	–	1	1	–	+		
Ethmodiscus appendiculatus	9	10	–	–		+	
Grammatophora marina	1	–	1	2	+		
Gyrosigma balticum	3	7	1	1	+		
Gyrosigma gibbosum	–	–	1	1			+
Licmophoro mediterranea	–	–	1	–			+
Mastogloia binotata	4	1	1	–	+		
Mastogloia crucicula	5	2	–	1	+		

Tableau 7-1. – Répartition des 10 espèces les plus fréquentes des 48 récoltes des lagons de Faaa et Vairao en 1972-1973.

Source : MNHN, Paris

TAXONS RECOLTES	FAAA		VAIRAO		REPARTITION DES TAXONS		
	1972	1973	1972	1973	COMMUN	FAAA	VAIRAO
Mastogloia crucicula	5	2	–	1	+		
Melosira sulcata	6	3	5	5	+		
Navicula cancellata	5	2	3	1	+		
Navicula confervacea	–	–	1	1			+
Navicula cyprinus	1	1	–	–		+	
Navicula granulata	–	–	1	1			+
Navicula longa	8	4	10	10	+		
Navicula lyra	9	4	5	3	+		
Navicula lyroides	1	1	–	–		+	
Navicula perobesa	–	1	–	–		+	
Navicula robertsiana	–	2	–	–		+	
Nitzschia graeffii	–	4	–	1	+		
Nitzschia longissima	1	2	–	1	+		
Nitzschia maxima	3	4	1	3	+		
Nitzschia valida	–	6	–	–		+	
Nitzschia vitrea	–	1	–	–		+	
Pleurosigma formosum	–	4	–	–		+	
Podocystis spathulata	7	8	–	–		+	
Rhabdonema adriaticum	1	1	6	6	+		
Rhizosolenia alata	1	–	–	–		+	
Rhiz. hebetata v. *semispina*	–	–	1	–			+
Rhiz. imbricata v. *shrubsolei*	–	1	3	3	+		
Surirella fastuosa	9	5	10	4	+		
Synedra acus	–	1	–	–		+	
Synedra crystallina	2	2	1	5	+		
Synedra hennedyana	4	6	4	3	+		
Synedra laevigata f. hyalina	1	1	–	2	+		
Synedra rumpens	1	–	–	–		+	
Synedra ulna	–	–	5	2			+
Synedra undulata	1	–	–	2	+		
Trachyneis aspera	6	2	9	5	+		
Triceratium formosum	1	3	1	1	+		
Triceratium calvescens	–	–	–	1			+
Triceratium reticulum	–	2	–	–		+	
Tropidoneis lepidoptera	1	1	1	1	+		
Trop. lepidoptera v. *robusta*	–	–	–	1			+

Tableau 7-2. – Répartition des 10 espèces les plus fréquentes des 48 récoltes des lagons de Faaa et Vairao en 1972-1973. (suite)

Source : MNHN, Paris

au sens strict (P, GT) et 9 sont tychoplanctoniques (T, GT).

Actinocyclus ehrenbergii (T, GT)
Actinocyclus subtilis (T, GT)
Amphora obtusa (T, GT)
Climacosphenia moniligera (T, GT)
Chaetoceros curvisetum (P, Col.)
Diploneis bomboides (T, PT)
Diploneis bombus (T, PT)
Ethmodiscus appendiculatus (P, GT)
Gyrosigma balticum (T, GT)
Melosira sulcata (P, Col.)
Navicula longa (T, TM)
Navicula lyra (T, TM)
Nitzschia maxima (T, GT)
Podocystis spathulata (T, GT)
Rhabdonema adriaticum (T, GT)
Surirella fastuosa (P, GT)
Synedra hennedyana (T, TM)
Synedra ulna (T, PT)
Trachyneis aspera (T, GT)
Triceratium shadboltianum (P, GT)

Les diagrammes annuels (Tabl. 8 et 9) soulignent la répartition des espèces en deux groupes d'inégale importance suivant les lagons : le premier groupe comprend des espèces aux maximums très accentués et décalés dans le temps les uns par rapport aux autres et se relayant au cours des 24 mois pour dominer les récoltes à tour de rôle; le deuxième groupe est formé d'espèces n'ayant pas de maximums bien accentués mais possédant une excellente représentativité tout au long de l'année.

A Faaa, le premier groupe est composé de 10 espèces qui se succèdent dans l'ordre suivant : *Navicula longa, Actinocyclus subtilis* de janvier à mai 1972, *Navicula lyra, Surirella fastuosa, Melosira sulcata* de juin à décembre 1972, *Gyrosigma balticum, Ethmodiscus appendiculatus, Nitzschia maxima, Chaetoceros curvisetum* de janvier à décembre 1973. Les espèces du 2e groupe sont pérennantes mais ne présentent pas de maximums bien marqués : *Actinocyclus ehrenbergii, Amphora obtusa, Diploneis bomboides, Diploneis bombus, Climacosphenia moniligera, Podocystis spathulata, Rhabdonema adriaticum, Synedra hennedyana, Synedra ulna, Triceratium shadboltianum.*

A Vairao, 13 espèces se succèdent ainsi au sein du 1er groupe : en 1972, *Navicula longa, Diploneis bombus, Synedra ulna, Surirella fastuosa, Rhabdonema adriaticum, Trachyneis aspera*, en janvier et février 1973, *Actinocyclus subtilis*, puis de mars à décembre 1973, *Nitzschia maxima, Chaetoceros curvisetum, Actinocyclus ehrenbergii, Melosira sulcata, Triceratium shadboltianum.* Les 7 espèces du 2e groupe sont les suivantes : *Amphora obtusa, Climacosphenia moniligera, Ethmodiscus appendiculatus, Gyrosigma balticum, Navicula lyra, Podocystis spathulata, Diploneis bomboides.*

Source MNHN Paris

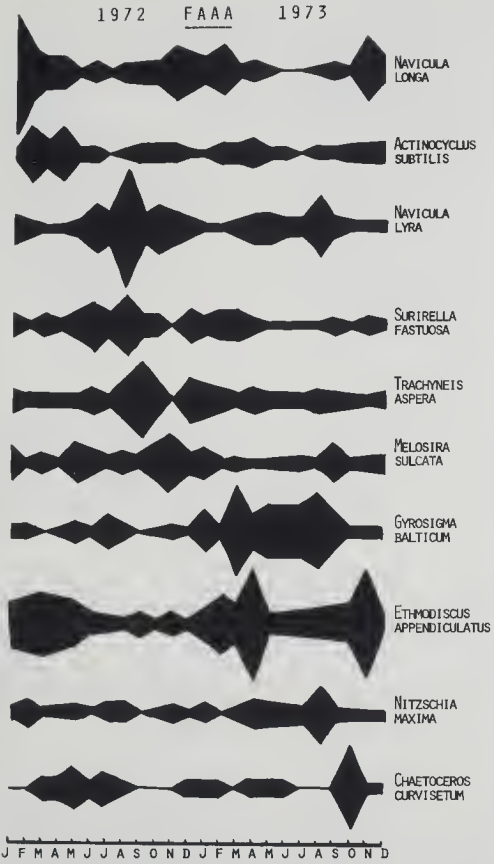


Tableau 8-1. — Variations des fréquences des 20 espèces dominant les récoltes de Faaa 1972-1973.

Source : MNHN, Paris

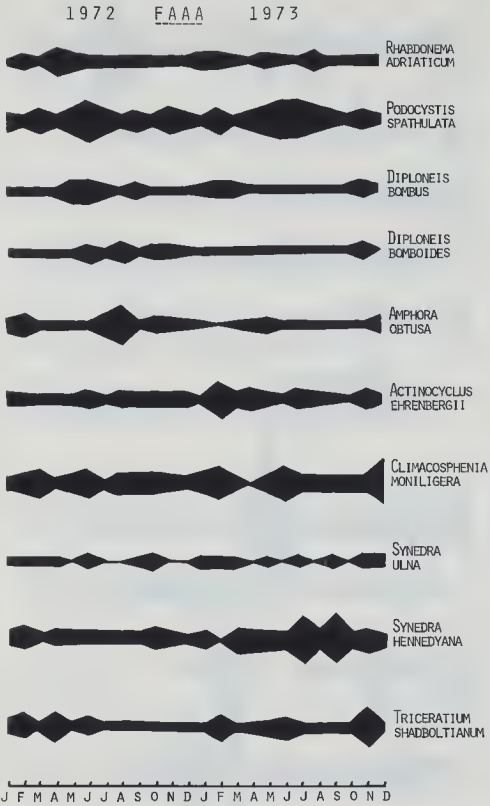


Tableau 8-2. — Variations des fréquences des 20 espèces dominant les récoltes de Faaa 1972-1973.

Source : MNHN, Paris

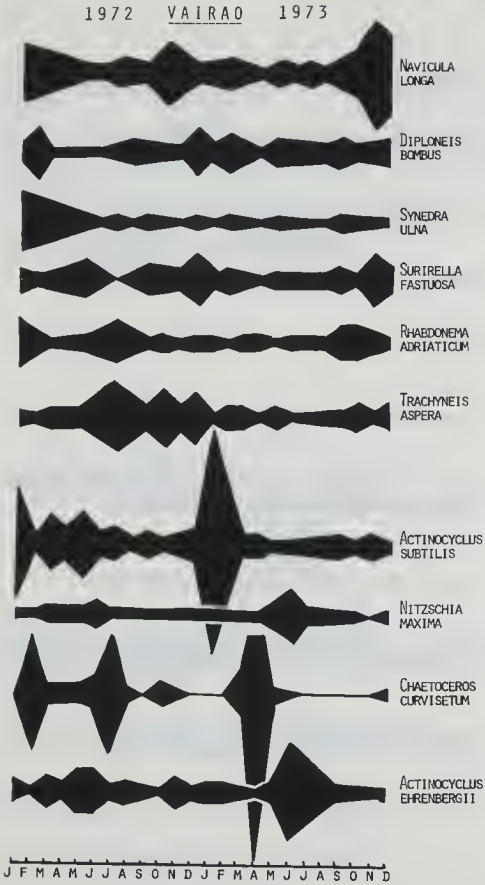


Tableau 9-1. — Variations des fréquences des 20 espèces dominant les récoltes de Vairao 1972-1973.

Source : MNHN, Paris

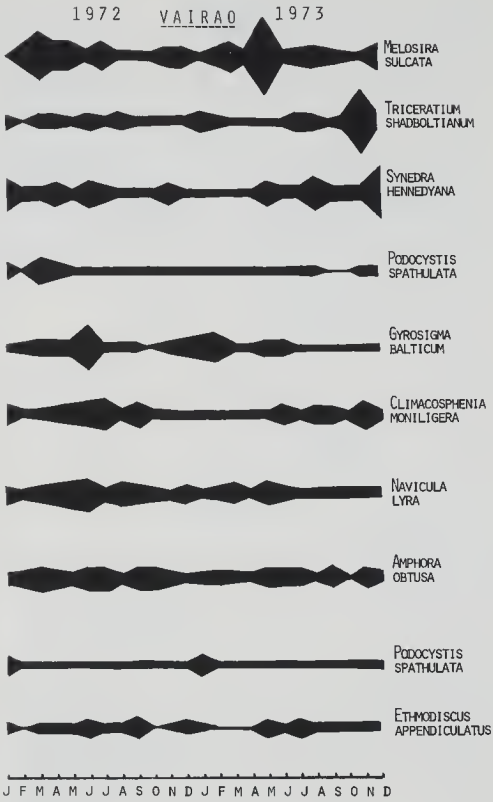


Tableau 9-2. — Variations des fréquences des 20 espèces dominant les récoltes de Vairao 1972-1973.

Source : MNHN, Paris

Non seulement les maximums d'une même espèce ne se situent pas au même moment à Faaa et à Vairao, mais encore ce ne sont pas les mêmes espèces qui composent les deux premiers groupes de Faaa et de Vairao : en particulier, *Navicula longa, Ethmodiscus appendiculatus, Gyrosigma balticum*, qui ont de très fortes fréquences dans certaines récoltes de Faaa, ont une importance beaucoup plus faible à Vairao. Inversement, *Diploneis bombus, Synedra ulna*, se développent beaucoup plus dans le lagon de Vairao que dans celui de Faaa, le cas extrême étant représenté, en avril 1973, par *Chaetoceros curvisetum*.

La liste des espèces les plus caractéristiques indique dans quelles récoltes certaines espèces présentent leurs fréquences maximales. La comparaison de cette liste avec celle des espèces dominantes permet de différencier les espèces toujours dominantes des espèces fortement représentées dans quelques récoltes qu'elles caractérisent avant de disparaître rapidement. Quand une espèce a simultanément la fréquence la plus élevée dans les deux listes, elle est particulièrement caractéristique de la récolte étudiée : c'est le cas à Faaa en juillet 1973 d'*Asterolampra marylandica*, et en avril 1973 à Vairao de *Chaetoceros curvisetum* et de *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* (Annexe 4).

Cette succession des espèces dans le temps suggérait l'existence de cycles qui ont été recherchés au moyen de diagrammes de fréquences cumulées construits en sommant successivement, pour chaque récolte, les 60 espèces les plus fréquentes. Ces diagrammes ont donné de bien meilleurs résultats que ceux obtenus en utilisant la méthode des fréquences relatives préconisée par FRONTIER (1969). L'examen de ces diagrammes a permis de mettre en évidence une évolution cyclique des différents peuplements selon le schéma suivant (Tableaux 10 et 11 et Fig. 12) :

initialement, existe une population à forte diversité et faible dominance au sein de laquelle une espèce va se développer, prendre de l'extension, entraînant une augmentation de la dominance liée à une baisse de la diversité. Cette première espèce va atteindre un maximum de croissance puis va être relayée par une deuxième espèce, généralement bien représentée dans les récoltes antérieures où elle figure le plus souvent parmi les quatre espèces les plus fréquentes. Cette deuxième espèce sera à son tour relayée par une troisième appartenant au même groupe des espèces les plus fréquentes. Lorsqu'une espèce à très forte dominance est installée, deux phénomènes peuvent se produire : ou bien il y a une chute brutale de la dominance, comme cela se produit à Vairao en mars et avril 1972, ou bien cette dominance décroît progressivement comme pour les récoltes d'avril et mai 1973 à Vairao. Dans les deux cas ces processus aboutissent à l'installation d'une population à forte diversité à partir de laquelle démarrera un nouveau cycle. Lorsque la dominance baisse progressivement, il existe une certaine similitude entre les différents stades car les espèces présentes dans la phase ascendante du cycle ont également des fréquences élevées lors de la phase descendante. A Faaa (Tableau 10), l'espèce la plus fréquente de février 1972, *Actinocyclus subtilis*, est remplacée en mars 1972 par *Ethmodiscus appendiculatus*, mais redevient prédominante en avril 1972; parallèlement, la valeur de la dominance décroît progressivement pour atteindre sa valeur minimale en mai 1972 lorsque *Ethmodiscus appendiculatus* remplace *Actinocyclus subtilis*.

Source : MNHN, Paris

				JANVIER 340 *Actinocycl. subt.* *Synedra ulna* *Navicula longa* *Chaet. peruvian.*		VAIRAO 1972
			FEVRIER 303 *Chaet. curviset.* *Diplon. bombus* *Navicula longa* *Synedra ulna*			
	MARS 211 *Actinocycl. sub.* *Melosira sulca.* *Rav. confervacea* *Dimeregr. dubius*					
AVRIL 181 *Rav. confervacea* *Bidd. pulchella* *Synedra ulna* *Actinocycl. sub.*	MAI 199 *Actinocycl. sub.* *Actinocycl. shr.* *Surirella fast.* *Melosira sulca.*					
	JUIN 182 *Trachyn. aspera* *Gyrosigma bali.* *Gyrosigma gibb.* *Actinocycl. shr.*	JUILLET 292 *Chaet. curviset.* *Trachyn. aspera* *Chaet. atlantia.* *Rhabdon. adriat.*				
AOUT 136 *Trachyn. aspera* *Diplonei a bombus* *Mastogl. binotat.* *Navicula ulna*						
SEPTEMBRE 149 *Rav. confervacea* *Surirella fast.* *Amphora obtusa* *Trachyn. aspera*		OCTOBRE 260 *Bacteriastr. del.* *Navicula longa* *Trachyn. aspera* *Surirella fast.*		NOVEMBRE 326 *Actinocyclus sub.* *Surirella fast.* *Navicula longa* *Trachyn. aspera*		
	DECEMBRE 205 *Surirella fast.* *Diplon. bombus* *Trachyn. aspera* *Actinocycl. sub.*					
				JANVIER 394 *Actinocycl. sub.* *Tropidon. lepid.* *Tric. formosum* *Bidd. pulchella*		VAIRAO 1973
			FEVRIER 291 *Actinocycl. sub.* *Diplon. bombus* *Amphora probos.* *Chaet. peruvian.*			
					MARS 626 *Rhizo. imbr. shru.* *Chaet. curviset.* *Melosira sulca.* *Navicula lyra*	AVRIL 833 *Chaet. curviset.* *Rhizo. imb. shru.* *Chaet. peruvian.* *Actinocycl. sub.*
	MAI 188 *Melosira sulca.* *Navicula longa* *Diplon. bombus* *Rhizo. imb. shru.*	JUIN 236 *Actinocycl. shr.* *Nitzsch. maxima* *Bidd. pulchella* *Diplon. bombus*				
	JUILLET 174 *Actinocycl. shr.* *Diplon. bombus* *Navicula longa* *Synedra hemed.*					
	AOUT 192 *Actinocycl. shr.* *Dimeregr. dubi.* *Synedr. hemed.* *Coscinod. noduli.*					
SEPTEMBRE 137 *Rhabdon. adriati.* *Navicula longa* *Cocconeis pell.* *Diplon. bombus*	OCTOBRE 191 *Navicula longa* *Cocconeis pell.* *Rhabdon. adriat.* *Cocconeis hete.*	NOVEMBRE 234 *Tric. shadboltt.* *Cocconeis pell.* *Surirella fast.* *Navicula longa*				
	DECEMBRE 178 *Navicula longa* *Synedra hemed.* *Surirella fast.* *Diplon. bombus*					

Tableau 10. — Succession des 4 espèces dominant les récoltes de Faaa 1972-1973 et variation de l'indice de dominance d_4 .

Source MNHN Paris

	JANVIER 221 *Navicula longa* *Ethmodiscus ap.* *Nav. cancellata* *Melosira sulca.*	FEVRIER 228 *Actinocycl. sub.* *Ethmodiscus ap.* *Navicula longa* *Tric. formosum*	MARS 219 *Ethmodiscus ap.* *Atinocycl. sub.* *Mastogl. binot.* *Navicula longa*			FAAA 1972
			AVRIL 240 *Actinocycl. sub.* *Ethmodiscus ap.* *Amphora cymbif.* *Navicula longa*			
		MAI 170 *Ethmodiscus ap.* *Melosira sulca.* *Chaet. curviset.* *Dimeregr. dubi.*				
		JUIN 181 *Navicula lyra* *Podocystis spa.* *Surirella fast.* *Nav. cancellata*				
	JUILLET 150 *Caloneis liber* *Navicula lyra* *Chaet. curviset.* *Gyrosigma balt.*					
		SEPTEMBRE 204 *Trachyn. aspera* *Amphora cymbif.* *Mastogl. crucio.* *Navicula lyra*				
	OCTOBRE 158 *Melosira sulca.* *Trachyn. aspera* *Navicula lyra* *Navicula longa*	NOVEMBRE 172 *Melosira sulca.* *Navicula longa* *Navicula lyra* *Podocystis spa.*				
	DECEMBRE 166 *Trachyn. aspera* *Navicula longa* *Surirella fast.* *Amphora cymbif.*					
JANVIER 136 *Gyrosigma balt.* *Navicula longa* *Pleurosig. formo.* *Melosira sulca*	FEVRIER 199 *Ethmodiscus ap.* *Navicula longa* *Mastogl. binota.* *Podocystis spa*					FAAA 1974
	MARS 237 *Gyrosigma balti.* *Nitzsch. graeffii* *Ethmodiscus ap.* *Tric. reticulum*	AVRIL 250 *Ethmodiscus ap.* *Gyrosigma balt.* *Nitzsch. maxima* *Rhizo. imb. ehr.*				
	MAI 237 *Nitzsch. valida* *Tric. formosum* *Gyrosigma balt.* *Podocystis spa.*					
	JUIN 207 *Nitzsch. valida* *Tric. formosum* *Gyrosigma balt.* *Podocystis spa.*		JUILLET 360 *Asterol. maryl.* *Nitzsch. valida* *Coscin. nodulif.* *Gyrosigma balt.*	AOUT 376 *Asterol. maryl.* *Gyrosigma balti.* *Nitzsch. valida* *Coscin. nodulifer*		
SEPTEMBRE 148 *Melosira sulcat.* *Synedra henned.* *Ethmodiscus ap.* *Mastogl. crucio.*						
				OCTOBRE 444 *Synedra acus* *Chaet. curviset.* *Ethmodiscus ap.* *Atinocycl. subt.*		
		NOVEMBRE 252 *Ethmodiscus ap.* *Navicula longa* *Tric. shadboltia.* *Trachyn. aspera*				
DECEMBRE 122 *Climacosph. moni.* *Navicula longa* *Mastogl. crucio.* *Nitzsch. longiss.*						

Tableau 11. — Succession des 4 espèces dominant les récoltes de Vairao 1972-1973 et variation de l'indice de dominance d_4.

Source MNHN Paris

Le schéma de base décrit ci-dessus peut subir de nombreuses modifications. Tout d'abord, des espèces absentes ou très peu représentées dans les récoltes peuvent soudain devenir très fortement dominantes comme cela se produit à Vairao, en mars et avril 1973 (Tableau 11), quand *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* et *Chaetoceros curvisetum* se succèdent pour constituer deux populations à très forte dominance. Également, un cycle peut avorter en raison de la chute brutale de la dominance d'une récolte par suite de la disparition ou de la régression des espèces les plus fréquentes : il y a alors apparition d'un nouveau cycle avant que le cycle précédent soit arrivé à terme. En 1973, à Faaa, les 4 espèces les plus fréquentes sont les mêmes pour juillet et août : *Asterolampra marylandica, Nitzschia valida, Coscinodiscus nodulifer, Gyrosigma balticum*. En septembre, ces espèces disparaissent simultanément et sont remplacées par des espèces aux fréquences plus basses ce qui entraîne une baisse sensible de la dominance et l'apparition d'un nouveau cycle.

Les populations de Vairao, en 1972, illustrent bien le mécanisme de ces successions dans les lagons de Tahiti. La population de janvier 1972 a une forte dominance et une faible diversité (Tableau 11) : *Actinocyclus subtilis* dominant en janvier, est remplacé en février par *Chaetoceros curvisetum* au sein d'une population dont la dominance et la diversité sont moyennes. De mars à mai, s'installent des populations de transition à forte diversité et faible dominance, puis, la 6e espèce la plus fréquente de mai, *Trachyneis aspera*, devient dominante en juin pour être remplacée, en juillet, par *Chaetoceros curvisetum*, qui était la 5e espèce la plus fréquente de juin. Ce dernier disparaît en août pour laisser à nouveau la place à *Trachyneis aspera* ce qui marque la fin de ce cycle de successions au cours duquel la dominance la plus élevée fut relevée en juillet 1972. En septembre 1972, s'installe une population dont l'indice de diversité est proche de celle du mois d'août mais dont la composition est différente. Ensuite, la dominance croît jusqu'en novembre 1972, décroît rapidement en décembre et augmente à nouveau tout aussi rapidement en janvier. *Navicula confervacea*, faiblement représentée en septembre 1972, disparaît au profit de *Bacteriastrum delicatulum* en octobre, puis d'*Actinocyclus subtilis* en novembre. En septembre et octobre, ce sont donc des espèces peu communes qui dominent, mais en association avec des espèces très communes qui confèrent à la population sa stabilité. *Actinocyclus subtilis*, très fréquent en novembre, rétrograde à la 4e place en décembre, mais domine à nouveau en janvier 1973.

Les diagrammes décrivent parfaitement l'évolution et la succession des populations (Fig. 12-1 et 12-2) : en début de cycle, la courbe correspondant à des populations à faible dominance est plate (Fig. 12-2, août 1972), puis au fur et à mesure de l'accroissement de la dominance, la concavité de la courbe s'accentue et devient de plus en plus marquée (Fig. 12-2, avril 1973) (p. 199).

4.2.3. CONCLUSIONS

Les cycles ainsi définis se répartissent sur plusieurs mois et ne correspondent

Source MNHN Paris

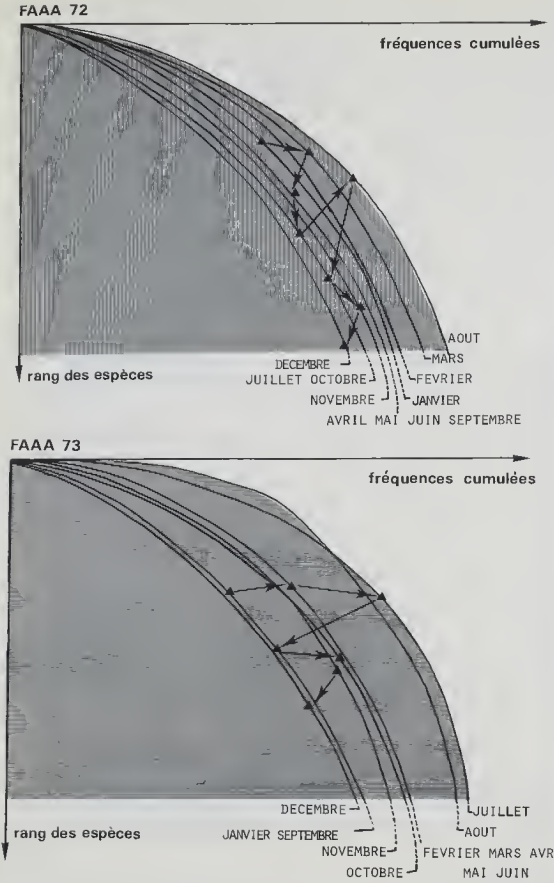
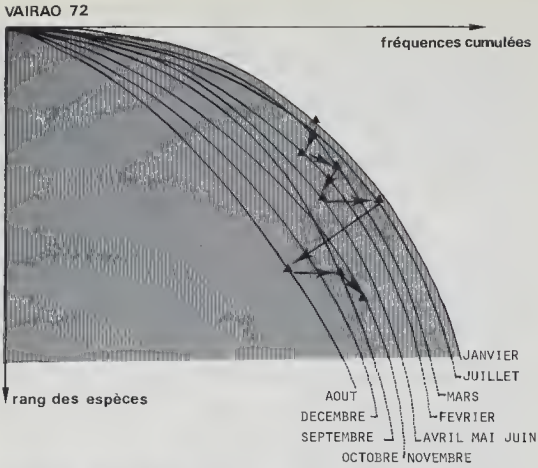


Fig. 12-1. — Diagrammes des fréquences cumulées des 60 premières espèces dominantes des récoltes de Faaa 1972 et 1973 (les flèches décrivent les variations mensuelles de la dominance d_4).

Source MNHN Paris



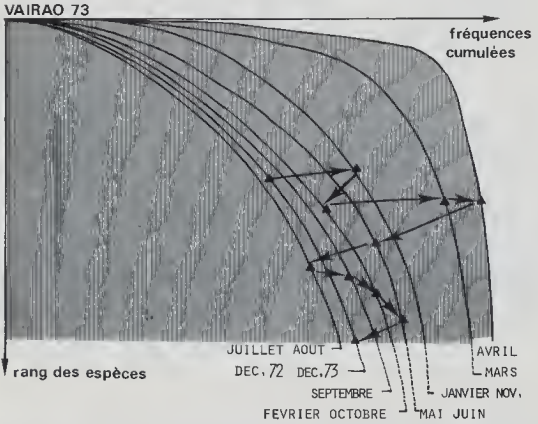


Fig. 12-2. – Diagrammes des fréquences cumulées des 60 premières espèces dominantes des récoltes de Vairao1972 et 1973 (les flèches décrivent les variations mensuelles de la dominance d_4).

BIB. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN, Paris

pas aux cycles de Margalef qui décrivent l'évolution d'une population, initialement peu diversifiée comportant principalement des diatomées de petite taille à potentiel de multiplication élevé, vers une population fortement diversifiée comprenant des cellules de grande taille et notamment des dinoflagellés. Sans vouloir écarter la possibilité de l'existence de tels cycles dans les lagons de la Société, notons cependant que ces cycles ont été définis dans des eaux tempérées et à partir de populations ayant une diversité bien plus faible que celles relevées dans les lagons.

L'évolution cyclique des populations d'une dominance faible vers une forte dominance suivie d'un retour à une faible dominance peut être considérée comme un mode de succession caractéristique des populations de diatomées des lagons de la Société. Cette évolution spatio-temporelle des populations résulte du mécanisme suivant : une espèce augmente sa fréquence, ce qui entraîne une augmentation de la dominance de la population à laquelle elle appartient; quand cette espèce atteint sa croissance maximale, elle est relayée par une autre espèce qui était auparavant au début de sa croissance. Cette succession se poursuit jusqu'au moment où la dominance, ayant atteint une valeur élevée, baisse soit progressivement soit au contraire rapidement : à ce moment-là, les populations à forte dominance sont remplacées par des populations à forte diversité qui seront à l'origine d'un nouveau cycle.

Ce schéma général peut subir des modifications mais, à l'exception des poussées de certaines formes planctoniques ordinairement peu fréquentes, c'est habituellement un petit groupe d'espèces aux fréquences élevées qui se relaient et forment ainsi un cadre qui conditionne l'évolution de la population du lagon, laquelle est peu influencée par les autres espèces dont la représentativité est faible.

Les raisons de cette succession des différentes espèces ne sont pas clairement définies pour ce qui concerne les lagons de Faaa et de Vairao; elles résultent vraisemblablement de la combinaison de plusieurs facteurs : épuisement de certains sels nutritifs, affinités ou antagonismes entre les différentes espèces, passage d'une multiplication végétative à un autre mode de reproduction, etc...

La dominance apparaît comme un outil parfaitement adapté à l'étude des populations des lagons de Tahiti. Cet indice de diversité relative permet, à partir des fréquences relatives des 4 espèces dominantes, d'avoir une idée générale de la composition de la population à laquelle elles appartiennent et dont il est possible de déterminer la diversité en se rapportant à la droite de régression qui définit les relations entre la diversité D_3 et la dominance d_4.

Source : MNHN, Paris

4.3. ANALYSES MULTIDIMENSIONNELLES

4.3.1. CHOIX DES MÉTHODES

Deux méthodes complémentaires ont été utilisées pour analyser et comparer les populations des deux lagons :

- l'Analyse Factorielle des Correspondances
- la Classification hiérarchique

4.3.1.1. Analyse Factorielle des Correspondances

Les fréquences des 314 espèces ont été traitées avec l'aide des traitements mathématiques des données qui seuls permettent de comparer et de quantifier les relations entre les différentes espèces tout en faisant intervenir les variations spatio-temporelles de chaque espèce et les fluctuations physico-chimiques du milieu.

La méthode de traitement que nous avons utilisée est l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) dont les principes ont été exposés par BENZECRI (1973). Cette méthode d'analyse a été choisie parmi les autres méthodes car c'est la plus adaptée à l'étude envisagée. La particularité de cette méthode (métrique du khi^2) permet de regrouper dans la même analyse, la méthode Q qui permet de classer les individus (récoltes) et la méthode R qui permet de classer les caractères (espèces) (cf. SOKAL et SNEATH, 1963) tout en rendant possible la représentation simultanée des espèces et des récoltes sur le même diagramme.

Chacune des 48 récoltes correspond à 48 axes différents entre lesquels sont distribués, en fonction de leur fréquence, chacun des taxons appartenant aux différentes récoltes. Dans l'espace défini par ces 48 axes, les individus forment un nuage de points dont l'étude est dirigée de façon à découvrir les principaux axes d'étirement ou axes factoriels. Ces axes sont numérotés selon leur représentation décroissante dans l'étirement du nuage, c'est-à-dire dans la description des facteurs régissant l'évolution des peuplements. La distance entre les points correspondant aux taxons et les points correspondant aux récoltes est matérialisée par la distance entre la projection de ces points sur les différents plans construits par les axes principaux : une espèce sera d'autant plus liée avec une autre espèce qu'elle se trouvera près de celle-ci sur différents plans.

4.3.1.2. Classification hiérarchique

Afin de compléter les résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances, une classification hiérarchique a été effectuée sur les récoltes et sur les espèces récoltées. La classification hiérarchique ascendante étudie les liaisons entre les espèces en calculant la distance entre celles-ci et en construisant une arborescen-

Source MNHN Paris

ce qui porte à sa base les espèces individualisées et à son sommet l'ensemble des espèces qui ont été progressivement regroupées suivant leurs affinités décroissantes. Les données relatives aux 48 récoltes et les fréquences des différentes espèces ont servi de bases à un programme de construction ascendante d'une classification hiérarchique. La distance du khi^2 a été choisie pour calculer la distance entre les récoltes en utilisant soit les fréquences brutes soit le logarithme de ces fréquences. Le critère d'agglomération choisi est celui de la maximisation du moment d'ordre 2 d'une partition qui semble le mieux adapté à cette étude (BENZECRI, 1973; JAMBU, 1975).

4.3.2. HISTORIQUE

En 1966, MARGALEF étudie les communautés du phytoplancton méditerranéen et propose 136 espèces en 15 groupes comme aptes à définir la valeur indicatrice des communautés. Chaque récolte est assortie d'un indice de diversité spécifique D et d'un indice d'association W qui permettent de définir ces 15 groupes ayant une distribution écologique bien définie. Ces 15 groupes peuvent être combinés dans 5 super groupes qu'il est possible d'utiliser comme indicateurs écologiques ou géographiques.

Puis, en 1967, MARGALEF avance l'hypothèse d'un schéma unique de distribution qui aboutit à la formation d'une organisation répétitive interdépendante d'une région à l'autre et qui met en évidence la notion concrète de communauté phytoplanctonique. Il étudie cette organisation au moyen de l'indice de diversité et utilise des matrices de corrélation construites à partir de la distribution et de la densité des espèces à l'intérieur des groupes : une matrice *Q* exprimant les coefficients de corrélation entre les récoltes et une matrice *R* exprimant les coefficients de corrélation entre les espèces. L'analyse de la matrice *Q* est utilisée lorsque l'on cherche à définir les rapports entre les récoltes et regrouper entre elles les récoltes affines, tandis que l'étude de la matrice *R* sert à analyser les associations entre les espèces et dresser la liste des groupes d'espèces associées; ces groupes, une fois définis, permettent une étude plus rapide des récoltes futures. Dans le cas de l'analyse de la matrice *R*, le choix de l'expression de l'association entre les espèces dépend de la qualité des données : pour CASSIE (1961, 1963), la corrélation entre les densités est la meilleure façon d'exprimer ces résultats; si les densités ne sont pas connues, il est alors possible d'utiliser la présence-absence ou une valeur approchée de l'abondance mais les indices obtenus ne sont pas aussi satisfaisants (COLE, 1957; MARGALEF, 1966). En 1969, MARGALEF et GONZALEZ-BERNALDEZ définissent les groupes d'espèces associées du phytoplancton des Caraïbes : les résultats des comptages au microscope inversé subissent une transformation logarithmique puis sont utilisés dans le calcul d'une matrice de corrélation entre les différentes espèces. Seules 81 espèces caractéristiques sur 300 sont conservées afin de réduire la taille de la matrice : les espèces les plus rares ou de détermination incertaine sont ainsi éliminées. L'analyse de cette matrice par la méthode des composantes principales avait pour but de définir des groupes d'espèces fortement associées puis d'utiliser

Source : MNHN, Paris

ces groupes pour une rapide classification des espèces appartenant à des récoltes ultérieures. Les résultats obtenus soulignent le manque d'efficacité de l'analyse en composantes principales qui n'arriva pas, à l'inverse de ce qui se produit avec la végétation terrestre, à déterminer des directions préférentielles et à extraire les composantes principales. En conséquence, il n'est pas possible de définir parfaitement, comme pour les végétaux terrestres, des communautés phytoplanctoniques bien tranchées, mais l'analyse en composantes principales souligne la fréquence des associations entre espèces appartenant à des genres différents et la forte compétition entre les espèces d'un même genre.

En 1971, DANDONNEAU réalise une classification écologique du phytoplancton à partir d'une matrice d'associations interspécifiques qui aboutit à la définition de groupes caractéristiques des différentes conditions écologiques rencontrées sur le plateau continental de la Côte d'Ivoire. Cette classification est vérifiée par une analyse factorielle en composantes principales et, à ce propos, l'auteur signale la faible valeur indicatrice des espèces les plus fréquentes.

REYSSAC et ROUX (1972), travaillant sur les communautés phytoplanctoniques de la Côte d'Ivoire, essaient de mettre en évidence les groupes d'espèces associées. Ils calculent les coefficients de corrélation interspécifiques au moyen de l'indice de Jaccard, lié à la présence-absence, et de l'indice de Bravais-Pearson, lié à l'abondance des espèces. Les trois méthodes utilisées sont la méthode de séparation des groupes d'espèces associées par la méthode de MARGALEF (1966) et GONZALEZ-BERNALDEZ (1969), l'analyse en composantes principales et l'analyse factorielle des correspondances : au moyen de ces trois méthodes ils individualisent deux grands groupes comportant chacun plusieurs sous-groupes plus ou moins imbriqués et qui se définissent en fonction de la température de l'eau.

En 1973, ILTIS étudie le phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad) : il utilise le coefficient de Bravais-Pearson pour calculer les corrélations entre les prélèvements mensuels après que les données brutes aient été normalisées par une transformation logarithmique et que les différents coefficients de corrélation aient été regroupés dans une matrice interprétée sous forme de dendrogramme.

IBANEZ (1973) définit une nouvelle méthode d'analyse spatio-temporelle du processus d'échantillonnage du zooplancton. Pour caractériser le nuage des points correspondants aux différentes récoltes, il considère 4 propriétés : la taille qui décrit l'importance des récoltes dans le temps et dans l'espace, la densité qui définit le nombre d'échantillons pour un intervalle dimensionnel donné, l'orientation du nuage des points récoltes dans l'espace de cinq coordonnées correspondant à la latitude, la longitude, l'épaisseur de la masse d'eau, la date et la hauteur solaire, et enfin la forme du nuage formé par les points récoltes. En 1974, ce même auteur propose une cotation d'abondance à trois niveaux, absence ou rareté, présence, abondance qui permettrait d'utiliser l'analyse en composantes principales aussi correctement que si l'on faisait appel aux comptages réels : cette méthode permettrait de réaliser une économie de temps très importante par rapport à un dénombrement classique.

Source MNHN Paris

En 1975, REYSSAC et ROUX, dans une étude statistique de l'hétérogénéité phytoplanctonique de la baie du Lévrier (Mauritanie), chiffrent le degré de similitude ou de différence de 6 stations au moyen de l'analyse factorielle des correspondances. Ils concluent que la multiplication des prélévements à une même station apporte bien plus d'information que l'augmentation du nombre des stations dans le même secteur. Ces mêmes auteurs (1975) appliquent au phytoplancton marin les méthodes statistiques utilisées en phytosociologie terrestre. Grâce à l'analyse factorielle des correspondances des classes d'abondance, et de la classification hiérarchique des récoltes vérifiées au moyen d'un tableau de contingence entre stations et modalités des variables, ils réalisent une classification des différentes stations : cette étude, ainsi réalisée, pose le problème du découpage des différentes variables en classes ainsi que celui du choix des bornes des classes.

Enfin, en 1975, GASSE utilise l'analyse des correspondances pour comparer l'évolution limnologique des bassins de l'Afar central au cours de l'holocène au travers des successions d'associations de diatomées fossiles.

4.3.3. RÉSULTATS

4.3.3.4. Introduction

L'analyse des populations de Faaa et de Vairao a été réalisée en deux étapes successives :

- tout d'abord, les populations ont été traitées simultanément et comparées afin de confirmer ou infirmer les résultats de l'analyse statistique élémentaire qui indiquaient des différences très accentuées dans la composition et l'évolution des populations de Faaa et de Vairao.
- ensuite, les populations de chaque lagon ont été étudiées séparément en ne conservant que les espèces dont les fréquences sont supérieures ou égales à 10% de leur fréquence totale. Au moyen d'une classification hiérarchique ascendante, ont été définis pour chaque lagon des groupes d'espèces affines dont la comparaison a permis de dresser la liste des associations spécifiques communes aux deux lagons.

Préalablement à toute analyse, les fréquences totales des récoltes ont été préalablement ramenées à 1000 et les fréquences de chaque espèce sont donc exprimées en ‰. Ces fréquences ont subi, en cours d'analyse, plusieurs traitements destinés à définir la méthode la plus simple et la plus appropriée à notre recherche. Après un premier passage effectué en utilisant les valeurs brutes, les données ont subi trois traitements différents :

- une transformation logarithmique continue des fréquences, après avoir pris la précaution d'ajouter une unité à la valeur de chaque fréquence pour éviter d'avoir des fréquences égales à 0.
- une transformation logarithmique des fréquences préalablement découpées

Source MNHN Paris

en 4 classes : la classe 1 correspondant à la fréquence 0, la classe 2 aux fréquences comprises entre 1 et 9, la classe 3 à celles comprises entre 10 et 99, et la classe 4 aux fréquences comprises entre 100 et 999.

- une transformation des données permettant une étude des récoltes en présence-absence.

Dans le tableau ci-après, sont exprimées, pour chaque méthode utilisée, les valeurs propres des 3 premiers axes et le pourcentage de contribution de chaque axe à la représentation du phénomène étudié, en l'occurence le traitement simultané des récoltes de Faaa et de Vairao.

TRAITEMENT RÉALISÉ	AXE 1	AXE 2	AXE 3	CUMUL
DONNÉES BRUTES				
valeurs propres	0,46	0,26	0,22	0,94
%	18,4	10,5	8,8	37,7
TRANSFORMATION LOG. CONTINUE				
valeurs propres	0,088	0,064	0,055	0,197
%	10,7	7,7	6,7	25,1
TRANSFORMATION LOG. 4 CLASSES				
valeurs propres	0,072	0,066	0,044	0,182
%	7,3	6,6	4,6	18,5
PRÉSENCE-ABSENCE				
valeurs propres	0,067	0,057	0,046	0,170
%	6,6	5,6	4,5	16,7

Si l'on considère les pourcentages de représentativité et les valeurs propres de chaque axe, l'analyse des données brutes permettrait une meilleure étude du phénomène, mais alors l'axe 1 n'a pas de réelle signification. En effet, il ne fait que souligner les aspects les plus apparents de ce phénomène mais pas obligatoirement les plus importants puisque ces aspects peuvent être mis en évidence sans l'aide de l'analyse factorielle : dans le cas des récoltes de Faaa et de Vairao, l'axe 1 exagère les particularités d'avril 1973 à Vairao et de juillet et octobre 1973 à Faaa qui se localisent à la périphérie des plans 1-2 et 1-3, mais fait apparaître toutefois nettement la séparation des deux lagons. L'exagération de l'importance de ces particularités et leur prise en compte par les premiers axes aura pour conséquence un étirement important de ces axes afin d'englober les récoltes périphériques : ceci entraînera la localisation de la majorité des récoltes et des espèces dans la partie centrale, ce qui empêchera de les étudier convenablement car les particularités seront mises en relief tandis que les caractéristiques générales seront masquées et n'apparaîtront que sur les axes secondaires.

Ceci se confirme à l'observation de l'arbre de classification hiérarchique des

Source MNHN Paris

48 récoltes de Faaa et de Vairao : l'analyse des fréquences brutes (Fig. 16-1), aboutit à l'individualisation précoce des récoltes dont certaines espèces ont des fréquences très élevées (avril 1973 à Vairao, juillet-octobre 1973 à Faaa). L'analyse des fréquences ayant subi une transformation logarithmique continue permet d'obtenir une classification hiérarchique bien plus homogène dans laquelle aucune récolte ne se différencie exagérément (Fig. 16-2) : la correction logarithmique nivèle les valeurs extrêmes et permet d'obtenir de meilleures corrélations entre les différentes récoltes.

L'expression des données selon la méthode en présence-absence est bien moins modulée que la méthode logarithmique puisqu'elle n'autorise que deux possibilités d'écriture : la présence ou l'absence. Cependant cette méthode est suffisamment précise pour donner une idée générale de l'évolution des récoltes et de la succession des populations : le découpage préalable des données en classe, avant de leur faire subir une transformation logarithmique, donne des résultats à peu près équivalents à ceux fournis par la méthode en présence-absence.

En conclusion, l'utilisation des données brutes ne nous semble pas une méthode adaptée à l'étude qui nous occupe ici car elle exagère l'importance de certaines particularités des récoltes au détriment de leurs caractéristiques principales dont elle empêche une étude approfondie. Les meilleurs résultats sont fournis par la méthode de transformation logarithmique continue des données, puis par la méthode de découpage des données en classes avant leur transformation logarithmique, et enfin par la méthode en présence-absence. Dans le cas d'une étude préliminaire ou bien dans le cas d'une étude approfondie qui nécessite l'analyse d'un grand nombre d'échantillons, la méthode en présence-absence est plus rapide et en même temps suffisamment précise pour que l'on préconise son utilisation.

4.3.3.2. Comparaison des 2 lagons au moyen des analyses multidimensionnelles

Les récoltes et les individus se répartissent différemment sur les plans suivant les axes considérés, car chaque axe correspond à un facteur déterminé dont l'action est prépondérante sur l'évolution des populations des deux lagons.

Les résultats exposés ci-après proviennent d'analyses réalisées à partir de fréquences ayant subi une transformation logarithmique continue.

4.3.3.2.1. Influence de la pluviosité

- ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

La séparation la plus évidente est réalisée par le premier axe qui sépare très nettement les récoltes de Faaa et celles de Vairao : les 24 récoltes de Faaa se répartissent le long de la partie positive de l'axe 1 tandis que les 24 récoltes de Vairao se placent sur la partie négative du premier axe. De la même manière,

Source : MNHN, Paris

RECOLTES	Pluviosité (mm)	Température (°C)	Salinité ($g.l^{-1}$)	O2 dissous ($ml.l^{-1}$)	P-PO4 ($uat.g.l^{-1}$ N2, P, Si)	N-NO3	Si-SiO4
Janvier 72	232.9	28°3	35.3	7.60	6.45	1.43	54.1
Février	345.3	28°4	35.4	6.40	1.85	2.45	58.3
Mars	227.5	28°5	35.9	7.10	0.58	0.46	34.3
Avril	162.1	28°0	36.1	8.01	0.43	0.75	44.7
Mai	167.8	27°7	35.7	8.03	0.43	0.43	58.5
Juin	111.2	27°2	35.5	8.13	0.90	0.86	44.9
Juillet	219.2	26°3	35.8	7.24	0.48	0.08	43.6
Août	107.1	26°1	35.8	8.00	0.46	0.16	16.7
Septembre	280.6	25°8	36.3	6.98	0.46	3.37	15.8
Octobre	184.6	26°3	36.0	7.97	1.90	2.47	71.5
Novembre	394.4	26°9	35.9	6.30	0.89	0.50	22.5
Décembre	331.8	26.9	35.6	6.69	0.89	1.40	22.6
Janvier 73	157.5	29°5	34.5	8.01	1.47	1.37	61.3
Février	278.0	29°6	34.6	7.15	1.02	2.77	65.4
Mars	139.1	29.5	34.4	6.07	0.56	0.45	20.5
Avril	25.3	29°6	34.7	8.39	0.21	0.70	10.1
Mai	359.3	28°5	34.1	6.94	0.58	0.40	40.3
Juin	634.7	26°8	36.7	6.34	0.63	0.72	63.4
Juillet	415.6	26°6	36.2	6.73	0.58	0.11	53.1
Août	406.4	26°1	35.5	6.77	0.57	0.08	60.9
Septembre	257.7	26°4	35.2	6.98	0.43	3.26	43.7
Octobre	452.6	27°1	35.8	6.30	1.03	2.53	58.2
Novembre	83.1	27°6	35.7	8.41	0.30	1.12	14.8
Décembre	206.0	27°7	35.7	7.26	0.52	1.48	43.6

REPARTITION DES CLASSES

Pluviosité (mm) :	1: 0 - 100	2:101 - 200	3:201 - 300	4:301 - 400	5: > 400
Température (°C) :	1:25°8-26°5	2:26°6-27°3	3:27°4-28°1	4:28°2-28°9	5: > 28°9
Salinité ($g.l^{-1}$) :	1:34.1-34.6	2:34.7-35.2	3:35.3-35.8	4:35.9-36.4	5: > 36.4
O2 dis.($ml.l^{-1}$) :	1:6.1 - 6.7	2:6.8 - 7.2	3:7.3 - 7.7	4:7.8 - 8.2	5: > 8.2
PO4 ($\mu atg.P\ l^{-1}$) :	1:0.2 - 0.4	2:0.5 - 0.7	3:0.8 - 1.0	4:1.1 - 2.0	5: > 2.0
NO3 ($\mu atg.N\ l^{-1}$) :	1:0.05-0.10	2:0.11-0.50	3:0.51-1.00	4:1.01-2.50	5: > 2.50
SiO4($\mu atg.Si\ l^{-1}$) :	1:10.0-25.0	2:25.1-40.0	3:40.1-55.0	4:55.1-70.0	5: > 70.0

Tableau 13. — Valeurs des principaux paramètres physico-chimiques mesurés dans le lagon de Vairao et découpage de ces différentes valeurs en 5 classes.

Source : MNHN, Paris

l'axe 1 détermine deux groupes d'espèces qui sont particulièrement bien définis dans le plan 1-2. Ces deux groupes sont les suivants :

- un groupe central regroupant la majorité des espèces et lui-même divisé en deux sous-groupes : le premier composé d'espèces présentes dans toutes ou presque toutes les récoltes des deux lagons, le deuxième réunissant des espèces présentes seulement dans certains prélèvements réalisés soit pendant les mois les plus pluvieux soit, au contraire, pendant les mois les plus secs.
- un deuxième groupe d'effectif moins important que le précédent et localisé à la périphérie du 2e quadrant du plan 1-2 et qui se divise également en deux sous-groupes : le premier sous-groupe réunit des espèces caractéristiques des récoltes réalisées pendant les mois de moyenne pluviosité, tandis que le deuxième sous-groupe est composé d'espèces présentes uniquement dans le lagon de Vairao.

Les espèces appartenant à ces deux groupes ont été classées en quatre catégories qui englobent les différents groupes et sous-groupes décrits précédemment (Annexe 3, p.317).

- 1e catégorie :
73 espèces communes et présentes dans toutes ou presque toutes les récoltes des deux lagons (dans 40 récoltes, au minimum).

- 2e catégorie :
110 espèces classées en trois groupes de 63, 29 et 18 espèces selon les pluviosités enregistrées pendant les mois auxquels appartiennent les récoltes où elles ont leurs plus fortes fréquences relatives.

- 3e catégorie :
19 espèces caractéristiques d'un seul des deux lagons : soit deux espèces caractéristiques du lagon de Faaa et 17 espèces caractéristiques du lagon de Vairao.

- 4e catégorie :
131 espèces sporadiques dont les fréquences totales sont toujours faibles et qui se répartissent dans les 4 quadrants.

• Espèces de la 1e catégorie

Les 73 espèces de cette catégorie ont été trouvées dans toutes ou presque toutes les récoltes des deux lagons mais leurs fréquences sont très variables comme l'indiquent les tableaux 14-1 et -2. Ces espèces communes constituent un noyau d'espèces pérennantes, tolérantes vis à vis des conditions écologiques environnantes, ce qui leur permet de s'adapter aussi bien aux variations progressives qu'aux altérations brutales du milieu.

Pour la plupart, 50 sur 73, ces espèces correspondent à celles qui ont été définies dans l'analyse statistique élémentaire comme les espèces les plus fréquentes des deux lagons (cf. p. 187 et 188). Les 22 autres espèces sont également représentées dans les deux lagons mais sont beaucoup plus fréquentes dans l'un des deux ce qui explique qu'elles soient absentes de ce tableau.

Source : MNHN, Paris

ESPECES	NT	FT	N1	F1	N2	F2	N1/NT	N2/NT	F1/FT	F2/FT
Actinocyclus ehrenbergii	48	1059	24	297	24	762	50	50	28	72
Diploneis bombus	48	784	24	187	24	597	50	50	24	76
Navicula lyra	48	977	24	611	24	366	50	50	63	37
Podocystis spathulata	48	751	24	598	24	153	50	50	80	20
Rhabdonema adriaticum	48	774	24	282	24	492	50	50	36	64
Actinocyclus subtilis	47	1839	23	461	24	1375	48	42	25	75
Caloneis liber	47	465	24	339	23	126	51	49	73	27
Climacosphenia moniligera	47	758	23	432	24	326	49	51	57	43
Diploneis crabro	47	282	23	125	24	132	51	49	49	51
Gyrosigma balticum	47	911	24	662	23	249	51	49	73	27
Mastogloia fimbriata	47	368	24	265	23	103	49	51	72	28
Melosira sulcata	47	992	24	443	23	549	49	51	45	55
Synedra crystallina	47	689	23	345	24	344	49	51	50	50
Synedra undulata	47	519	23	256	24	263	51	49	49	51
Trachyneis aspera	47	1319	23	597	24	722	51	49	45	55
Amphora obtusa	47	636	23	274	23	362	51	49	43	57
Mastogloia binotata	46	387	24	281	22	105	50	50	73	27
Navicula granulata	46	369	24	179	22	190	48	52	49	51
Nitzschia longissima	46	384	24	233	22	151	49	51	61	39
Surirella fastuosa	46	1156	23	514	23	642	48	52	45	55
Synedra hennedyana	46	853	22	437	24	416	48	52	51	49
Triceratium shadboltianum	46	646	23	320	23	326	50	50	50	50
Tropidoneis lepidoptera	46	407	23	222	23	185	50	50	55	45
Amphora mexicana	45	225	23	108	22	117	51	49	48	42
Ethmodiscus appendiculatus	45	1195	24	1056	21	139	53	47	88	12
Grammatophora marina	45	338	22	93	23	245	49	51	28	72
Navicula longa	45	1481	21	641	24	840	47	53	43	57
Nitzschia maxima	45	729	22	428	23	301	49	51	59	41
Nitzschia panduriformis	45	235	23	127	22	108	51	49	54	46
Synedra laevigata v. hyalina	45	435	23	223	22	212	51	49	51	51
Diploneis smithii	44	274	22	113	22	161	50	50	41	59
Nitzschia valida	44	683	22	569	22	114	50	50	83	17
Pleurosigma rigidum	44	375	22	261	22	114	50	50	70	30
Pleurosigma speciosum	44	279	22	108	22	171	50	50	39	61
Achnanthes brevipes	43	135	19	45	24	90	44	56	33	67
Mastogloia baldjickiana	43	138	19	89	24	39	45	55	43	57
Navicula clavata	43	120	24	80	19	40	43	57	51	49

Tableau 14-1 : Fréquences relatives et nombre de prélèvements renfermant les 70 espèces de la 1e catégorie

NT : Nombre total de récoltes dans les quelles est présente l'espèce considérée.
N1 : Nombre de récoltes du Lagon de Faaa; N2 : Nombre de récoltes du Lagon de Vairao.
FT : Fréquence totale de l'espèce dans l'ensemble des récoltes.
F1 : Fréquence de l'espèce dans les récoltes de Faaa; F2 : Fréquence de l'espèce dans les récoltes de Vairao.

Source : MNHN, Paris

ESPECES	NT	FT	N1	F1	N2	F2	N1/NT	N2/NT	F1/FT	F2/FT
Amphora coffeaeformis	43	144	21	52	22	92	48	52	36	64
Biddulphia pulchella	43	446	21	92	22	354	49	51	21	79
Mastogloia crucicula	43	520	22	309	21	311	51	49	59	41
Nitzschia angularis	43	117	21	72	22	45	49	51	61	39
Nitzschia rigida	43	175	22	94	21	81	51	49	54	46
Tric. formosum fa quadrangulare	43	506	22	379	21	127	51	49	75	25
Trop. lepidoptera v. robusta	43	256	21	108	22	148	49	51	42	58
Amphora cymbifera	42	424	23	327	29	97	55	45	77	23
Campylodiscus latus	42	253	23	175	19	78	55	45	69	31
Cocconeis pellucida	42	462	22	191	20	272	52	48	41	59
Diploneis bomboides	42	322	23	152	19	170	55	45	52	48
Hemidiscus cuneiformis	42	171	23	105	19	66	55	45	61	39
Campylodisc. decorus v. pinnatus	41	112	22	70	19	42	54	46	62	38
Navicula cancellata	41	610	22	411	19	199	54	46	67	33
Navicula consors	41	211	19	82	22	129	46	54	41	59
Nitzschia apiculata	41	162	20	52	21	110	49	51	32	67
Stauroneis polynesiae	41	128	21	69	20	59	51	49	54	46
Tabellaria fenestrata	41	471	22	306	19	165	54	46	65	35
Tropidoneis maxima	41	287	20	154	21	133	49	51	54	46
Amphora angusta	40	162	21	110	19	52	53	47	64	36
Amphora cingulata	40	194	21	98	19	96	52	48	50	50
Amphora spectabilis	40	167	19	81	21	86	45	55	48	52
Asterolampra marylandica	40	563	21	442	19	71	52	48	83	17
Biddulphia reticulata	40	214	21	183	19	31	52	48	85	15
Coscinodiscus nitidus	40	197	20	95	20	102	50	50	48	52
Diploneis subcincta	40	115	21	55	19	60	53	47	48	52
Navicula lyroides	40	191	21	109	19	82	53	47	57	43
Navicula robertsiana	40	269	20	175	20	94	50	50	65	35
Nitzschia constricta v. bomb.	40	163	21	82	19	81	52	48	50	50
Nitzschia graeffii	40	401	20	263	20	138	50	50	65	35
Stauroneis salina	40	156	21	103	19	53	53	47	66	34
Navicula confervacea	40	410	19	32	21	271	47	53	10	90
Amphora schmidtii	40	129	20	60	20	69	50	50	46	54
Dimeregramma dubium	40	412	21	125	19	287	47	53	30	70
Synedra ulna	40	195	20	91	20	104	50	50	47	53
Plagiogramma staurophorum	40	298	19	90	21	208	47	53	30	70

Tableau 14-2 : Fréquences relatives et nombre de prélèvements renfermant les 70 espèces de la 1e catégorie (suite et fin).

NT : Nombre total de récoltes dans les quelles est présente l'espèce considérée.
N1 : Nombre de récoltes du Lagon de Faaa; N2 : Nombre de récoltes du Lagon de Vairao.
FT : Fréquence totale de l'espèce dans l'ensemble des récoltes.
F1 : Fréquence de l'espèce dans les récoltes de Faaa; F2 : Fréquence de l'espèce dans les récoltes de Vairao.

Source : MNHN, Paris

Parmi ces 73 espèces, 5 ont la même fréquence dans les deux lagons, *Amphora cingulata, Nitzschia constricta* var. *bombiformis, Synedra crystallina, S. undulata, Triceratium shadboltianum*. 35 espèces ont des fréquences relatives (f_F) plus élevées dans le lagon de Faaa et 33 ont des fréquences relatives (f_V) plus élevées dans le lagon de Vairao (Tableaux 14). Les fréquences relatives les plus élevées sont celles d'*Ethmodiscus appendiculatus* (88,4% de sa fréquence totale à Faaa), d'*Asterolampra marylandica* (87,4% de sa fréquence totale à Faaa) et *Synedra ulna* (85,3% de sa fréquence totale dans les récoltes de Vairao).

Les espèces dont les fréquences relatives sont particulièrement élevées dans les récoltes de Faaa sont localisées dans la 1er et le 4e quadrant du plan 1-2, et les espèces dont les fréquences relatives sont très fortes dans le lagon de Vairao se placent dans les 2e et 3e quadrants du plan 1-2. Les 5 espèces qui ont les mêmes fréquences dans les deux lagons se répartissent approximativement le long de l'axe 2 (Fig. 15, p. 212). Certaines de ces 73 espèces présentent des anomalies de localisation : bien que possédant des fréquences élevées dans les récoltes d'un des deux lagons, elles se mêlent aux espèces caractéristiques des récoltes de l'autre lagon dans lesquelles elles présentent leurs fréquences relatives maximales. Ainsi *Melosira sulcata, Diploneis bombus, Amphora obtusa*, sont fréquemment récoltées dans le lagon de Vairao, mais se placent dans le quadrant 1 ou 4 car leurs fréquences relatives maximales ont été relevées dans les récoltes effectuées dans le lagon de Faaa. De même, *Tropidoneis vitrea* et *Synedra hennedyana*, principalement récoltées à Faaa, se trouvent non pas dans le 1er ou 4e quadrant mais dans le 2e quadrant, avec les espèces caractéristiques de Vairao.

Le taux des espèces tropicales et tropicales-tempérées appartenant à la première catégorie est élevé, 55%, comparé à celui des espèces tempérées, 13%, ou des espèces cosmopolites, 33%. Les espèces tropicales ou tropicales tempérées sont plus nombreuses dans les récoltes du lagon de Faaa, 72%, que dans celles du lagon de Vairao, 43%, ce qui semblerait indiquer que la température moyenne des eaux du lagon, plus élevée à Faaa qu'à Vairao, faciliterait l'implantation et la croissance des diatomées caractéristiques des eaux chaudes.

• Espèces de la 2e catégorie

Les espèces de la 2e catégorie sont présentes dans de nombreuses récoltes et afin de différencier les espèces caractéristiques des espèces ayant une faible représentativité, seules ont été prises en considération celles dont la fréquence relative était égale ou supérieure à 10% de la fréquence totale F_T.

En fonction de la pluviosité mensuelle et de leur fréquence relative, les espèces de la 2e catégorie ont été réparties en 3 groupes :

- groupe a : espèces ayant des fréquences relatives élevées au cours des mois de forte pluviosité (pluviosité mensuelle égale ou supérieure à 300 mm).
- groupe b : espèces ayant des fréquences relatives élevées au cours des mois de faible pluviosité (pluviosité mensuelle égale ou inférieure à 100 mm).
- groupe c : espèces ayant des fréquences relatives élevées au cours des mois dont la pluviosité est intermédiaire (pluviosité mensuelle comprise entre 100

Source : MNHN, Paris

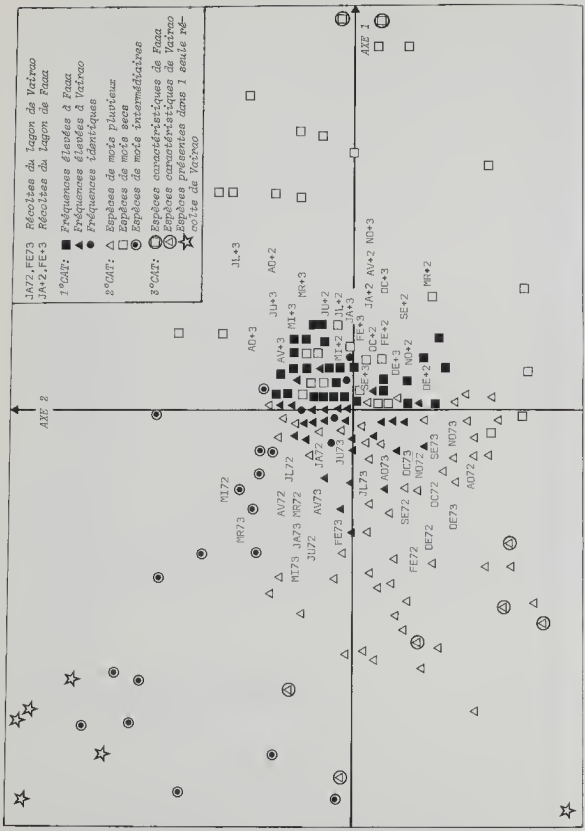


Fig. 15. — Localisation des récoltes et des espèces présentes dans ces récoltes et regroupées en fonction de la pluviosité grâce à l'Analyse factorielle des Correspondances des fréquences ayant subi une transformation logarithmique continue (à l'exclusion des espèces ayant une fréquence inférieure à 10%).

Source : MNHN, Paris

et 300 mm).

Le groupe a compte 63 espèces caractéristiques des mois pluvieux. Pour la plupart, ces espèces ont été récoltées dans le lagon de Vairao et se placent dans le 2e ou le 3e quadrant du plan 1-2 qui correspond à la portion négative de l'axe 1 (Fig. 15).

Le groupe b est composé de 29 espèces dont la plupart a été récoltée dans le lagon de Faaa : ces espèces se répartissent dans le 1er ou le 4e quadrant du plan 1-2, sur la portion positive de l'axe 1 (Fig. 15).

A l'exemple de celle de la 1e catégorie, certaines espèces de la 2e catégorie présentent des anomalies de localisation, particulièrement en ce qui concerne les espèces des groupes a et b. Bien qu'appartenant au groupe b, plusieurs espèces se placent dans le 1er ou le 4e quadrant, soit parce que leurs fréquences relatives maximales ont été relevées dans des récoltes de Faaa, comme pour *Amphora eggregia* et *Triceratium formosum fa formosum*, soit parce qu'elles ont une ou plusieurs fréquences relatives élevées dans les prélèvements réalisés à Faaa pendant les mois pluvieux : c'est le cas de *Auricula insecta, Gyrosigma elegans, Hemidiscus cuneiformis*. Le même décalage se produit avec *Mastogloia exilis* qui présente des fortes fréquences relatives dans les prélèvements de certains mois secs de Vairao et qui se localise dans le 4e quadrant avec les espèces caractéristiques des mois peu pluvieux (Fig. 15).

Le groupe c comprend 18 espèces qui appartiennent pour la plupart aux genres *Amphora* et *Chaetoceros* et qui se placent à la périphérie du 1er et du 2e quadrant. Leurs fréquences relatives les plus fortes sont habituellement relevées dans les récoltes de juin et de juillet, au cours de l'hiver austral lorsque la température de l'eau est la plus basse, ou tout au contraire pendant la saison chaude :

- 9 espèces ont une meilleure croissance pendant l'hiver austral : *Amphora lineolata, Amphora arenaria, Amphora graeffii, Chaetoceros atlanticum, Chaetoceros compressum, Chaetoceros messanense, Gyrosigma reversum, Licmophora mediterranea, Podosira stelliger*.
- 8 espèces se développent mieux dans les eaux chaudes de l'été austral : *Amphora baccata, Amphora gigantea, Amphora janischii, Caloneis fossilis, Chaetoceros curvisetum, Chaetoceros peruvianum, Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei, Opephora pacifica*.
- 1 espèce seulement, *Diploneis splendidus*, est indifférente à la température de l'eau et se développe aussi bien durant la saison chaude que pendant la saison froide.

Ces 18 espèces se placent dans le 2e quadrant du plan 1-2, à l'exception de *Chaetoceros curvisetum, Chaetoceros atlanticum, Opephora pacifica*, qui ont également de fortes fréquences dans les deux lagons et qui se répartissent approximativement le long de la partie positive de l'axe 2, entre le 1e et le 2e quadrant (Fig. 15).

Les groupes a et b sont principalement composés d'espèces d'eaux chaudes qui peuplent les zones tropicales et tropicales-tempérées (65%), et d'un faible

Source : MNHN, Paris

nombre d'espèces tempérées (14%) ou cosmopolites (21%). Le pourcentage des espèces d'eau chaude est le même pour le groupe a et pour le groupe b, ce qui semblerait indiquer que la température de l'eau influe sur leur développement mais pas autant que sur celui des espèces du groupe c.

• Espèces de la 3e catégorie

La 3e catégorie compte 19 espèces caractéristiques d'un seul des deux lagons : elles appartiennent soit à la 2e soit à la 4e catégorie, et se répartissent ainsi :

- 6 espèces, récoltées seulement à Vairao, ont de fortes fréquences dans des récoltes réalisées pendant les mois de forte pluviosité et appartiennent également au groupe a de la 2e catégorie : *Amphora angularis, A. exigua, A. normanii, A. triseriata, Campylodiscus fastuosus, C. wallichianus.*
- 6 espèces, dont les fréquences sont élevées dans les récoltes réalisées pendant les mois de pluviosité intermédiaire, appartiennent également au groupe c de la 2e catégorie et ont été exclusivement récoltées dans le lagon de Vairao : *Amphora arenaria, A. baccata, A. graeffii, A. lineolata, Caloneis fossilis, Diploneis splendidus.*
- 5 espèces sporadiques ont été récoltées à une seule reprise, selon des fréquences variables, dans le lagon de Vairao : *Amphora lunula, A. proteus* v. *oculata, Biddulphia balaena, B. rhombus, Campylodiscus biangulatus* v. *lorenzianus.*
- 1 espèce sporadique, *Navicula disclusa*, et une espèce caractéristique des mois secs, *Synedra robusta*, ne sont présentes que dans quelques récoltes du lagon de Faaa.

Ces 19 espèces se placent à la périphérie du nuage pluridimensionnel. Dans le plan 1-2, les espèces caractéristiques de Faaa, *Navicula disclusa* et *Synedra robusta*, se localisent dans le quadrant 1 et 4, de part et d'autre de la partie positive de l'axe 1, tandis que les autres espèces, caractéristiques du lagon de Vairao, se répartissent dans le quadrant 2 ou 3 (Fig. 15). Les espèces de Vairao caractéristiques des récoltes de mois pluvieux sont situées dans le quadrant 2 (*Amphora exigua, A. normanii*) ou dans le quadrant 3 (*Amphora angularis, A. triseriata, Campylodiscus fastuosus, C. wallichianus*); les espèces sporadiques ou récoltées pendant les mois secs se trouvent placées à la périphérie du 3e quadrant à l'exception de *A. lineolata* qui se situe à la bordure du 3e quadrant et forme avec *A. staurophora, A. grevilleoides, Navicula adumbrata* et *Rhizosolenia setigera* un petit noyau caractéristique de la récolte de février 1972.

• Espèces de la 4e catégorie

La 4e catégorie compte 131 espèces (Annexe 3) sporadiques dont les fréquences relatives sont toujours basses. Ces espèces se distribuent dans les 4 quadrants selon leurs fréquences et leurs corrélations mutuelles.

60% de ces espèces ont une distribution tropicale ou tropicale-tempérée, 20% une distribution tempérée et 20% sont cosmopolites.

Source MNHN, Paris

- CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE

La classification hiérarchique ascendante des 48 récoltes de Faaa et de Vairao traitées simultanément confirme la séparation fondamentale qui existe entre les populations des deux lagons. Cependant, les résultats obtenus dans la classification hiérarchique diffèrent sensiblement selon que l'on s'adresse aux fréquences brutes des espèces ou aux fréquences ayant subies une transformation logarithmique.

La classification réalisée à partir des fréquences brutes sépare nettement les récoltes de Faaa de celles de Vairao, mais certaines récoltes s'individualisent très tôt et ne sont pas corrélées avec les autres récoltes du lagon auquel elles appartiennent : c'est le cas d'octobre 1973 à Faaa et c'est également celui des récoltes de mars et avril 1973 à Vairao. L'individualisation précoce de la récolte d'octobre 1973 à Faaa résulte de la présence de *Synedra acus* : cette espèce ne fait pas partie des 73 espèces communes qui dominent les populations des deux lagons et sa fréquence d'octobre 1973 représente 83% de sa fréquence totale dans les 10 récoltes où elle est présente : cette forte dominance dans une récolte ajoutée à sa rareté dans les autres explique la différenciation d'octobre 1973. En ce qui concerne mars et avril 1973 à Vairao, la séparation nette entre ces 2 récoltes et les 22 autres résulte de la présence de deux diatomées centriques planctoniques, *Chaetoceros curvisetum* et *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei* qui sont absentes de la majorité des prélèvements et qui apparaissent soudain en avril et mai avec une forte fréquence (Fig. 16-1, p. 216).

La transformation logarithmique diminue l'importance de la fréquence comme critère de classification au profit de la composition spécifique de chaque récolte : en conséquence, la classification hiérarchique obtenue donne de meilleurs résultats que celle calculée à partir des données brutes. La séparation des récoltes de Faaa et de Vairao est parfaitement réalisée et aucune récolte ne s'individualise fortement (Fig. 16-2, p. 217).

Dans la classification hiérarchique, les 24 récoltes de chaque lagon se divisent elles-mêmes en deux groupes dont l'importance varie selon le lagon considéré. A Faaa, les groupes formés opposent la majeure partie des récoltes de 1973, janvier à août, à toutes les récoltes de 1972 ainsi qu'aux récoltes des 4 derniers mois de 1973, septembre à décembre. A Vairao, l'importance des deux groupes, définis par la coupure au niveau de la deuxième ramification secondaire de l'arbre de classification, est sensiblement égale : d'une part se regroupent 12 récoltes comprenant les 7 premières de 1972, janvier à juillet, et les 5 premières récoltes de 1973, janvier à mai, et d'autre part se rassemblent les 5 dernières récoltes de 1972, août à décembre, et les 7 dernières récoltes de 1973, juin à décembre.

Ce découpage qui oppose, à Faaa 8 récoltes de 1973 à toutes les autres récoltes de 1972 et 1973, et à Vairao les premiers semestres de 1972 et 1973 aux deuxièmes semestres de ces mêmes années, est réalisé par l'axe 2 sur le plan 1-2 et se confirmera lors de l'étude suivante.

Source : MNHN Paris

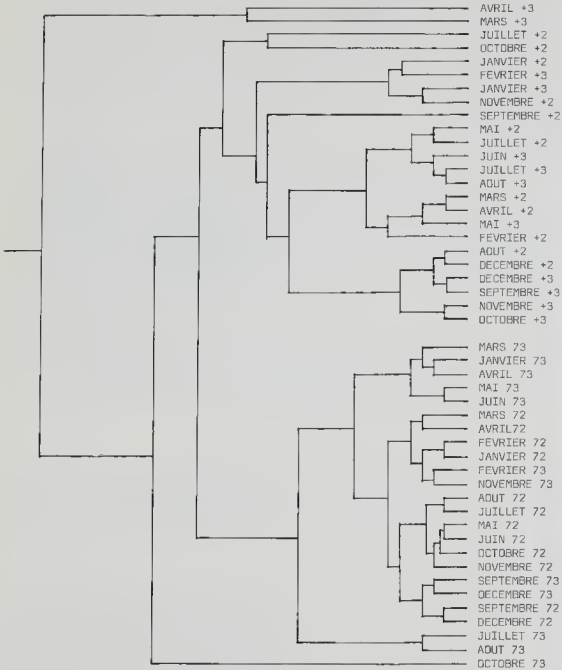


Fig. 16-1. — Classification hiérarchique des récoltes de Faaa 19+2-19+3 et de Vairao 1972-1973, réalisée à partir des fréquences brutes.

Source : MNHN, Paris

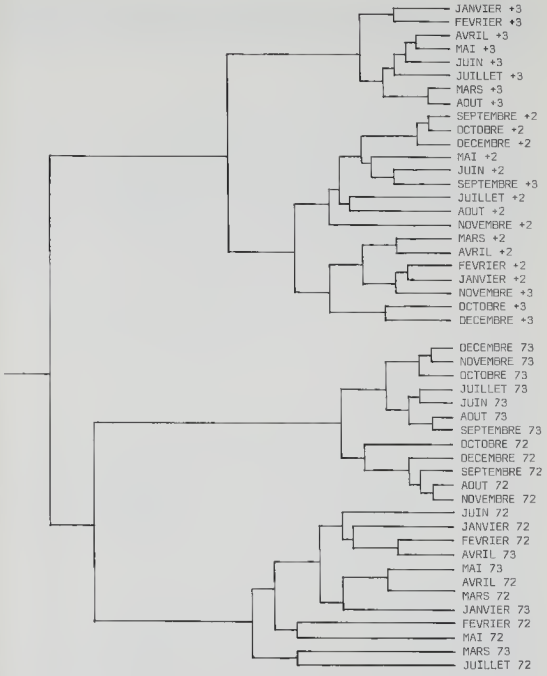


Fig. 16-2. — Classification hiérarchique des récoltes de Faaa 19+2-19+3 et de Vairao 1972-1973, réalisée à partir des fréquences ayant subi une transformation logarithmique continue.

Source : MNHN, Paris

Si, préalablement à tout traitement, l'on retire les espèces caractéristiques de chacun des deux lagons (espèces de la 3e catégorie), l'opposition entre les populations de Faaa et de Vairao est aussi nettement marquée que lorsque toutes les espèces sont présentes.

4.3.3.2.2. Influence de la température

- ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

Dans le plan 1-2, la répartition des récoltes en fonction du 2e axe n'apparaît pas aussi clairement que celle réalisée par le 1e axe, et, par conséquent sa signification est plus difficile à préciser. En effet le découpage qu'il réalise n'est pas identique pour les récoltes des deux lagons et leur répartition se fait suivant un modèle bien particulier pour celui de Faaa et pour celui de Vairao.

A Vairao, le découpage adopte un mode bisemestriel : dans le 2e quadrant du plan 1-2 se placent les récoltes des premiers semestres de 1972 et 1973, et dans le 3e quadrant les récoltes des derniers semestres. A Faaa le découpage est très différent : dans le 1er quadrant se trouvent les récoltes de mai, juin, juillet, août 1972 et de janvier, février, mars, avril, mai, juin, juillet et août 1973; dans le 4e quadrant sont localisées les récoltes de janvier, février, mars, avril, septembre, octobre, novembre et décembre 1972 ainsi que celles de septembre à décembre 1973.

A première vue, le découpage ainsi réalisé paraît étonnant, mais si l'on consulte le tableau 13 où figurent les différents paramètres physico-chimiques relevés à Faaa et à Vairao, il apparaît que la répartition des différents prélèvements suit assez fidèlement celle de la température de l'eau de surface des deux lagons. Les récoltes des 2e et 4e quadrants correspondraient à des prélèvements réalisés à une période où la température de l'eau est élevée, alors que les récoltes des 1e et 3e quadrants correspondraient à des récoltes réalisées dans des eaux plus froides.

Le découpage est différent suivant que l'on s'adresse aux récoltes de Faaa ou de Vairao, mais cela s'explique à la lecture du tableau 13 (p. 207) : la température moyenne des eaux superficielles du lagon de Faaa est plus élevée, 28°1 C, que celle des eaux de Vairao, 27°5 C; de plus, les variations annuelles de température des eaux des deux lagons n'adoptent pas le même schéma. A Faaa, les mois les plus chauds correspondent habituellement aux mois pendant lesquels s'installe la saison des pluies, approximativement les premiers et derniers trimestres de chaque année, tandis que les mois les plus froids correspondent à la saison sèche c'est-à-dire aux deuxième et troisième trimestres. A Vairao, ce sont habituellement les six premiers mois de l'année qui sont les plus chauds alors que les six derniers mois sont les plus froids. Cette différence de distribution des mois chauds et des mois froids des deux lagons explique le découpage bien particulier des récoltes de Faaa et de Vairao.

Afin d'étudier plus en détail la répartition des récoltes et des espèces en fonction de l'axe 2 et par rapport à la température, il s'est avéré nécessaire d'analyser séparément les récoltes des deux lagons.

Source : MNHN, Paris

Les populations de Faaa et de Vairao s'opposent fondamentalement par l'intermédiaire de la pluviosité et se répartissent, sur le plan 1-2, de part et d'autre de l'axe 1 dont la partie positive porte les récoltes de Faaa et les espèces caractéristiques des mois secs, et dont la partie négative porte les récoltes de Vairao et les espèces caractéristiques des mois de forte et de moyenne pluviosité.

Lorsque les deux lagons sont étudiés séparément, la pluviosité ne joue plus son rôle prépondérant puisqu'il n'y a plus lieu d'opposer les deux lagons au travers de ce paramètre : l'axe 1 de la nouvelle étude correspond alors à l'axe 2 de l'étude groupée des deux lagons. Les espèces et les récoltes se répartissent le long de cet axe en fonction de la température de l'eau de surface de Faaa et de Vairao. Comme séparation entre les eaux «chaudes» et «froides» de surface, nous avons choisi la température de 27°5 C qui correspond à la moyenne entre la température maximale et la température minimale relevée en surface dans les deux lagons. Selon leur fréquences relatives, les espèces ont été groupées en 4 catégories :

- 1e catégorie : espèces d'eau chaude*
- 2e catégorie : espèces d'eau froide
- 3e catégorie : espèces indifférentes
- 4e catégorie : espèces sporadiques.

Les espèces de la 1e catégorie ont des fréquences relatives élevées dans les récoltes réalisées dans des eaux dont la température est supérieure à 27°5 C. Elles sont au nombre de 49 et appartiennent principalement aux genres *Amphora, Mastogloia, Navicula, Nitzschia, Pleurosigma* (Annexe 3).

La 2e catégorie compte 29 espèces d'eaux plus froides dont la température est égale ou inférieure à 27°5 C : elle se compose de genres absents ou peu représentés dans la 1e catégorie comme *Campylodiscus* et *Diploneis*.

Les 106 espèces de la 3e catégorie sont indifférentes à l'action de la température de l'eau et ont des fréquences élevées aussi bien dans les eaux froides que dans les eaux chaudes : les genres les mieux représentés dans cette catégorie sont les genres les plus communs et les plus fréquents, notamment ceux classés dans la catégorie des espèces de mois pluvieux (cf. p. 213) : *Amphora, Diploneis, Mastogloia, Navicula, Nitzschia, Surirella*.

La 4e catégorie compte des espèces sporadiques dont les fréquences relatives sont toujours faibles et dont la valeur indicatrice est nulle : ces espèces sont au nombre de 140.

Ainsi qu'on était en droit de s'y attendre en raison de leur distribution sur deux axes différents, les espèces dont le développement est conditionné par la température ne sont pas celles influencées par la pluviosité. Seules, quelques espèces, situées à la périphérie du noyau central, sont à la fois influencées par la pluviosité et par la température. Parmi les espèces ayant des fréquences élevées dans les eaux chaudes, 6 sont également caractéristiques des mois à faible pluviosité (*Asterionella notata, Navicula mutica, Navicula rhombica, Navicula kariana, Nitzschia jelineckii, Synedra acus*), 4 ont des fréquences élevées dans des

* Les termes «eau chaude» et «eau froide» sont relatifs et se définissent ici uniquement par rapport à la température moyenne de 27° 5 C.

Source : MNHN, Paris

récoltes de mois à forte pluviosité (*Achnanthes inflata* var. *elata, Amphora proboscidea, Amphora eggregia, Nitzschia amphibia*), et 3 dans des récoltes de mois à moyenne pluviosité (*Amphora baccata, Amphora janischii, Caloneis fossilis*).

Parmi les espèces d'eau froide, 9 ont également des fréquences élevées au cours des mois de forte pluviosité (*Amphiprora sulcata, Amphora angularis, Campylodiscus wallichianus, Licmosphenia clevei, Navicula fundata, Nitzschia tryblionella, Nitzschia insignis, Podosira stelliger, Triceratium calvescens*), et 3 dans des mois de faible pluviosité (*Coscinodiscus nodulifer, Plagiogramma interruptum, Synedra robusta*).

Les espèces d'eau chaude sont composées de 8% d'espèces caractéristiques des mois à forte pluviosité, 12% d'espèces de mois secs, 6% d'espèces de mois intermédiaires, 12% d'espèces communes et 59% d'espèces sporadiques. Les espèces d'eau froide comptent 30% d'espèces de mois pluvieux, 9% d'espèces de mois secs, 6% d'espèces communes, 55% d'espèces sporadiques et aucune espèce caractéristique des mois de moyenne pluviosité.

Dans le lagon de Faaa, les récoltes se distribuent ainsi sur le plan 1-2, par rapport à l'axe 1 (Fig. 17) :

- sur la portion positive de l'axe 1 :

1e quadrant : février, mars, avril, septembre, octobre, décembre 1972; février, octobre, décembre 1973.

4e quadrant : janvier, mai, octobre, novembre 1972, septembre 1973.

- sur la portion négative de l'axe 1 :

2e quadrant : mai, juin 1973.

3e quadrant : juin, juillet, août 1972; mars, avril, juillet, août 1973.

Le découpage des récoltes de Faaa suit approximativement celui des températures : les récoltes situées dans le 1e et dans le 4e quadrant ont été réalisées durant les mois dont la température superficielle de l'eau est la plus élevée, et les récoltes situées dans les 2e et 3e quadrants correspondent aux mois dont la température de l'eau du lagon est la plus basse. Ce découpage correspond à celui des mois chauds de la saison des pluies, au cours de l'été austral, et celui des mois plus frais à la saison sèche qui se situe au moment de l'hiver austral. Deux récoltes cependant, mars et avril 1973, ne suivent pas cette répartition et se placent avec les récoltes d'eau froide alors que ce sont deux récoltes effectuées pendant deux mois caractéristiques de la saison chaude de Faaa.

Selon leurs fréquences dans les différentes récoltes, chaque espèce se place dans l'un des 4 quadrants :

- les espèces ayant des fréquences relatives élevées dans les récoltes d'eau chaude, c'est-à-dire supérieure à 27°5 C, se localisent dans le 1e ou dans le 4e quadrant.

- les espèces ayant des fréquences relatives élevées dans les récoltes d'eau froide, c'est-à-dire inférieure ou égale à 27°5 C, se placent dans le 2e ou dans le 3e quadrant.

Source : MNHN, Paris

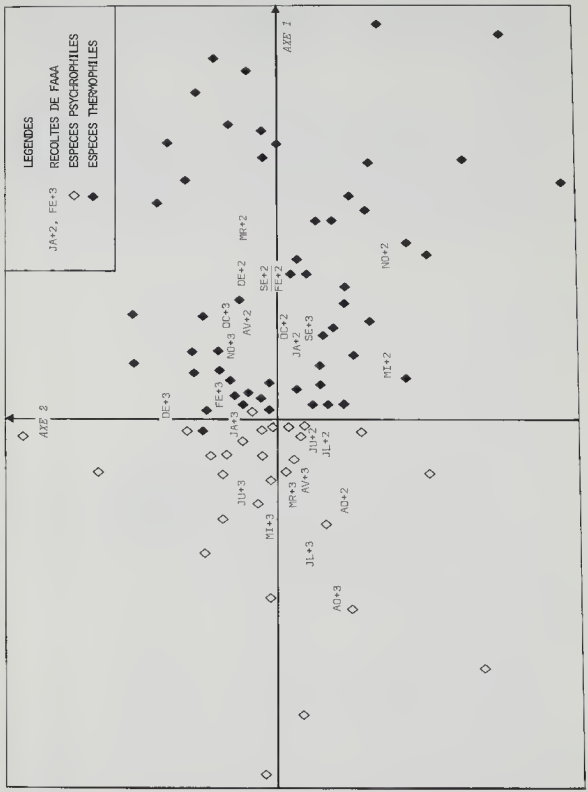


Fig. 17. – Localisation, en fonction de la température de l'eau, des 24 récoltes 1972-1973 de Faaa et des espèces présentes dans ces récoltes (Analyse factorielle des correspondances des fréquences ayant subi une transformation logarithmique continue, à l'exclusion des fréquences inférieures à 10%).

Source : MNHN, Paris

- les espèces indifférentes à l'action de la température de l'eau du lagon ainsi que les espèces sporadiques, se distribuent dans les 4 quadrants du plan 1-2.
- la partie centrale du plan 1-2, à proximité de l'origine des axes, est plus particulièrement occupée par les espèces communes, présentes dans la plupart des récoltes.

Les mois de mars et avril 1973 se placent dans le 3e quadrant, sur la partie négative de l'axe 1, alors qu'ils devraient se trouver localisés dans le 1e ou le 4e quadrant avec les récoltes caractéristiques des eaux chaudes du lagon. Cette mauvaise localisation provient de ce que les récoltes de ces deux mois ne contiennent aucune espèce vraiment caractéristique des eaux chaudes ou bien aucune espèce ayant une fréquence relative élevée : en conséquence, les récoltes de mars et avril 1973 se placent à proximité de celles avec lesquelles elles ont le maximum d'affinités, en l'occurence il s'agit des récoltes de mai, juillet et août 1973.

Parmi les espèces dont la fréquence relative est maximale dans les récoltes caractéristiques des eaux chaudes du lagon de Faaa, *Synedra acus* est la plus remarquable.

La distribution des récoltes de Vairao est la suivante (Fig. 18, p.) :

- sur la portion positive de l'axe 1 :

1e quadrant : janvier, mars, avril, mai 1972; janvier, février, mai, juin 1973.
4e quadrant : juin, juillet 1972; mars, avril 1973.

- sur la portion négative de l'axe 1 :

2e quadrant : août, septembre 1972; juillet, août, septembre 1973.
3e quadrant : février, octobre, novembre, décembre 1972; novembre, décembre 1973.

A Vairao la température superficielle de l'eau du lagon augmente de janvier à juin-juillet, puis décroît jusqu'en novembre-décembre, ce qui explique le découpage bisemestriel des récoltes de Vairao.

En fonction de leurs fréquences relatives dans les différentes récoltes, les espèces se répartissent, comme dans le lagon de Faaa, dans les quatre quadrants du plan 1-2 (Fig. 18) :

- les espèces d'eau chaude se placent dans le 1e ou le 4e quadrant
- les espèces d'eau froide se placent dans le 2e ou le 3e quadrant
- les espèces sporadiques ou indifférentes se distribuent dans les 4 quadrants selon leurs fréquences relatives et leurs corrélations réciproques.

Dans l'analyse commune des récoltes de Faaa et de Vairao, février 1972 se place sur la partie négative de l'axe 1, entre les récoltes de mois chauds et les récoltes de mois froids, mais, lorsque les 2 lagons sont étudiés séparément, février 1972 se joint aux récoltes des deuxièmes semestres de 1972 et 1973, c'est-à-dire avec les récoltes d'eaux froides. La localisation particulière de février 1972 ne révèle pas d'affinité plus forte pour les populations des 1e semestres que pour celles des 2e semestres mais est uniquement due à la présence de *Rhizosolenia setigera* : cette espèce a été uniquement récoltée en février 1972 et,

Source : MNHN, Paris

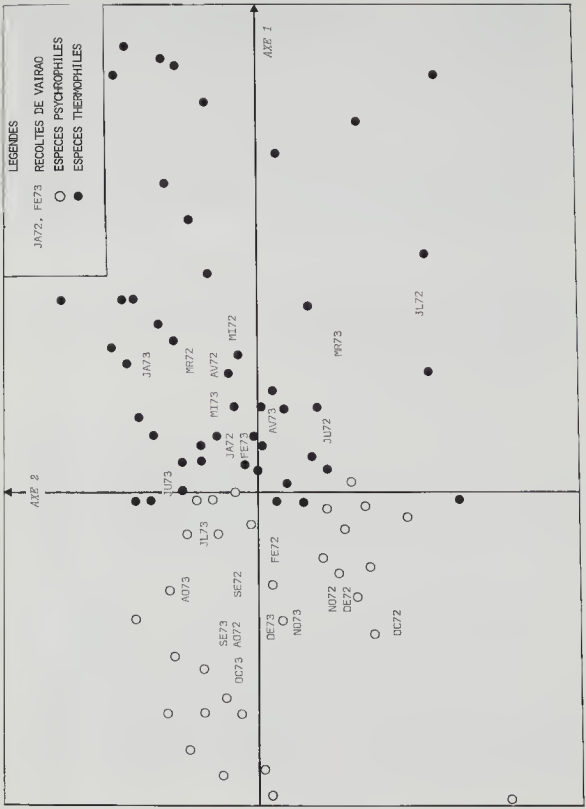


Fig. 18. — Localisation, en fonction de la température de l'eau, des 24 récoltes 1972-1973 de Vairao et des espèces présentes dans ces récoltes (Analyse factorielle des correspondances des fréquences ayant subi une transformation logarithmique continue, à l'exclusion des fréquences inférieures à 10%).

Source MNHN Paris

en fonction de ses corrélations aves les autres espèces, se place à la périphérie du 3e quadrant (Fig. 15), ce qui entraîne le déplacement de février 1972 qui quitte le groupe des récoltes d'eau chaude pour rejoindre celui des récoltes d'eau froide.

Les espèces se distribuent dans le lagon de Vairao de la même manière que dans celui de Faaa :

- les espèces d'eau chaude prennent place dans le 1e ou bien dans le 4e quadrant.
- les espèces d'eau froide se répartissent dans le 2e ou dans le 3e quadrant.
- les espèces indifférentes ou sporadiques se distribuent dans les 4 quadrants selon leurs affinités, les espèces les plus communes étant plus particulièrement localisées près de l'origine des axes.

7 espèces, absentes des récoltes de Faaa, sont caractéristiques du lagon de Vairao :

- *Amphora granulata* var. *bigibbosa, Campylodiscus thuretii, Campylodiscus wallichianus*, pour les récoltes d'eau chaude.
- *Amphora baccata, Amphora proteus* var. *oculata, Biddulphia rhombus*, pour les récoltes d'eau froide.

- CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE

Le découpage particulier des récoltes de Faaa ne se retrouve que partiellement dans la classification hiérarchique établie d'après les données ayant subi une transformation logarithmique (Fig. 19). Cette classification oppose en partie les récoltes de 1972 à celles de 1973, mais ne sépare pas réellement les récoltes d'eaux chaudes de celles d'eaux froides. Ceci provient du fait que l'axe 1 classe les récoltes surtout en fonction de la température superficielle de l'eau du lagon, tandis que la classification hiérarchique tient compte de tous les paramètres et des multiples corrélations existant entre les récoltes et entre les espèces.

A Vairao, le découpage réalisé par la classification hiérarchique est semblable à celui de l'Analyse Factorielle, à deux exceptions près : les récoltes de février 1972 et de juin 1973. Dans l'A.F.C., février 1972 se classe dans les mois froids du 2e semestre, mais dans la classification hiérarchique, février 1972 est parfaitement bien corrélé avec les récoltes des deux premiers semestres lorsque tous les paramètres, y compris la température de l'eau, entrent en ligne de compte. Le mois de juin 1973, associé aux récoltes du 1e semestre 1973 dans l'analyse commune aux deux lagons ainsi que dans le traitement séparé de Faaa et de Vairao, se classe avec les mois du 2e semestre dans la classification hiérarchique; les raisons de cette classification sont les mêmes que pour février 1972 (Fig. 18).

4.3.3.2.3. Influence des autres paramètres

Il ne nous a pas été possible, pour des raisons matérielles, d'obtenir, lors de la réalisation des récoltes au filet, les mesures physico-chimiques correspondantes, à l'exception de la température superficielle de l'eau du lagon. Nous avons donc

Source : MNHN, Paris

été amenés à utiliser les données fournies par le Centre Océanologique du Pacifique du Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO/COP), installé à Vairao : ces données, non publiées, correspondent à des séries de prélèvements réalisées deux fois par mois en divers points du lagon et de la passe de Vairao et concernent la température de l'eau, la teneur en oxygène dissous, les taux de nitrates, nitrites, silicates et phosphates mesurés en surface et à diverses profondeurs. Ces mesures ont été effectuées à des stations et à des dates différentes de celles de nos récoltes et ne reflètent donc que les conditions physico-chimiques de certaines stations très localisées dans l'espace et dans le temps. Ces mesures du CNEXO/COP ont été complétées par d'autres mesures physico-chimiques sporadiques, réalisées à l'occasion de nos missions au cours de prélèvements au filet ou de mesures de pigments ou de productivité primaire dans les lagons de Faaa et de Vairao.

Au moyen des données en notre possession, nous avons essayé de trouver un lien entre les variations des divers paramètres physico-chimiques et la répartition des récoltes par rapport à l'axe 3. Dans ce but, 5 des paramètres mesurés à Vairao (salinité, teneur en oxygène dissous, taux de nitrates, phosphates et silicates de l'eau de surface), préalablement découpés en 5 modalités afin d'homogénéiser l'écriture, ont été introduits dans l'Analyse Factorielle des Correspondances en données supplémentaires. Le traitement simultané des récoltes de Vairao et des paramètres physico-chimiques (5 classes et 25 modalités) ne met en évidence aucune liaison entre les populations mensuelles et les conditions écologiques du lagon (Tableau 13, p. 207).

Au vu des résultats obtenus et de l'impossibilité dans laquelle nous nous trouvons d'expliquer l'axe 3 et de relier l'évolution des populations à un ou plusieurs paramètres physico-chimiques déterminés, nous pouvons essayer de préciser les causes principales de cette absence de résultats :

- un mauvais échantillonnage : les prélèvements ne sont pas suffisamment rapprochés dans le temps pour refléter les transformations rapides au sein de la population des diatomées, mais, également, ces prélèvements ne couvrent pas une échelle de temps suffisante pour mettre en évidence les phénomènes de longue durée.
- un décalage entre les variations physico-chimiques du milieu et la composition de la population de diatomées qui reflète, avec un certain temps de latence, la composition physico-chimique des eaux du lagon.

Pour obtenir des résultats satisfaisants, il serait donc nécessaire de suivre l'évolution des populations d'un lagon et de ses conditions physico-chimiques au moyen de prélèvements plus rapprochés dans le temps et répétés pendant plusieurs années.

4.3.3.3. Groupes d'espèces associées

4.3.3.3.1. Introduction

Pour cette étude, seules ont été conservées les espèces dont la fréquence rela-

Source MNHN Paris

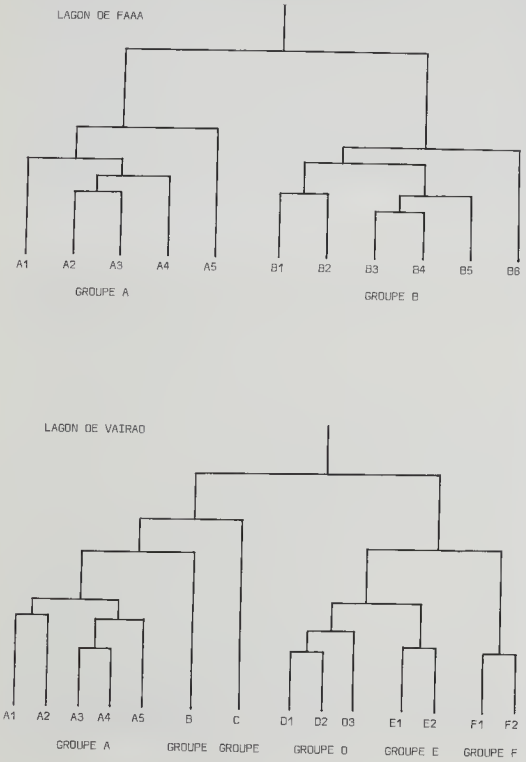


Fig. 19. — Classification hiérarchique des espèces récoltées à Faaa et à Vairao et regroupées au sein de différents groupes en fonction de leurs exigences écologiques (à l'exclusion des espèces dont les fréquences sont inférieures à 10% de leur fréquence totale).

Source : MNHN, Paris

tive était supérieure ou égale à 10% de la fréquence totale, soit 219 espèces à Faaa et 226 espèces à Vairao.

Les fréquences de ces espèces ont subi une transformation logarithmique continue puis ont été soumises à un programme de classification hiérarchique ascendante en utilisant comme indice la distance du khi^2, le critère d'agrégation choisi étant celui de la maximisation du moment d'ordre 2 d'une partition.

Cette classification a permis de constituer des groupes de récoltes, différents suivant les lagons, et correspondants aux ramifications secondaires de l'arbre de classification. Les espèces constituant les divers groupes d'appartenance de Faaa et de Vairao ont été comparés de façon à définir les associations homologues aux deux lagons.

4.3.3.3.2. Lagon de Faaa

Dans la classification hiérarchique, les 214 espèces se répartissent à l'intérieur de deux groupes d'égale importance, le groupe A et le groupe B (Fig. 20) :

- le groupe A compte 107 espèces réparties dans 5 sous-groupes : A1 avec 8 espèces, A2 avec 47 espèces, A3 avec 23 espèces, A4 avec 23 espèces, A5 avec 6 espèces.
- le groupe B compte également 107 espèces mais 6 sous-groupes : B1 avec 20 espèces, B2 avec 4 espèces, B3 avec 25 espèces, B4 avec 30 espèces, B5 avec 16 espèces et B6 avec 12 espèces.

GROUPE A

Sous-groupe A1

Amphora acuta var. *arcuata*
Campylodiscus punctulatoides
Dimeregramma furcigerum
Hantzschia amphioxys
Navicula mutica
Navicula perrhombus
Nitzschia distans var. *tumescens*
Thalassiosira hyalina

Sous-groupe A2

Achnanthes brevipes
Actinocyclus subtilis
Amphora angusta
Amphora bigibba
Amphora costata
Amphora coffeaeformis
Amphora cymbifera
Amphora dubia
Amphora gruendleri
Amphora macilenta
Amphora schmidtii
Amphora spectabilis
Auricula complexa
Campylodiscus ralfsii
Cocconeis pellucida
Cocconeis placentula
Cocconeis vairaense
Coscinodiscus marginatus
Dimeregramma minor
Diploneis debyi
Diploneis subcincta
Diploneis vacillans
Fragilaria meisterii
Grammatophora oceanica
Grammatophora marina
Mastogloia affirmata
Mastogloia achnanthioides
Mastogloia crucicula
Mastogloia horvathiana
Mastogloia inaequalis
Mastogloia schmidtii
Navicula confervacea
Navicula clavata
Navicula consors

Source : MNHN, Paris

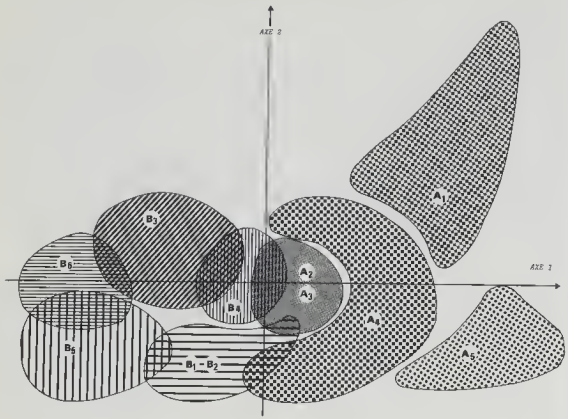


Fig. 20. — Localisation des différents groupes et sous-groupes d'espèces associées dans le lagon de Faaa (Analyse Factorielle des Correspondances).

Source : MNHN, Paris

Navicula cyprinus
Navicula longa
Navicula perobesa
Navicula pseudo-ny
Navicula ramosissima
Navicula rostellata
Mastogloia decipiens

Nitzschia acuta
Nitzschia apiculata
Nitzschia constricta var. *bombiformis*
Nitzschia punctata var. *coarctata*
Plagiogramma atomus
Pleurosigma angulatum

Sous-groupe A3

Achnanthes brevipes var. *angustata*
Achnanthes rhombica
Amphiprora sulcata
Amphora robusta
Amphora turgida
Campylodiscus circumactus
Cocconeis britannica
Diploneis coffaeiformis
Diploneis fusca
Grammatophora undulata
Gyrosigma gibbosum
Hemiaulus hauckii

Navicula disclusa
Navicula forcipata
Navicula grevilleoides
Navicula rudis
Nitzschia distans
Nitzschia vidovichii
Podosira hormoides
Progonaia musca
Rhaphoneis belgica
Surirella ceylanensis
Synedra ulna

Sous-groupe A4

Amphora crassa
Amphora grevilleana
Amphora securicula
Amphora staurophora
Asterionella notata
Auricula intermedia
Bacteriastrum delicatulum
Chaetoceros curvisetum
Cocconeis heteroidea
Diploneis chersonensis
Hydrosilicon mitra
Licmophora ehrenbergii

Mastogloia citrus
Mastogloia corsicana
Mastogloia erythrea
Navicula directa
Nitzschia amphibia
Nitzschia weissflogii
Pleurosigma vairaense
Sceptroneis peragalli
Surirella reniformis
Synedra bacillaris
Triceratium dubium

Sous-groupe A5

Amphora rhombica
Mastogloia subaffirmata
Navicula rhombica

Rhizosolenia alata
Synedra acus
Synedra rumpens

GROUPE B

Sous-groupe B1

Amphora digitus
Auricula insecta
Campylodiscus biangulatus
Diploneis littoralis
Gyrosigma elegans
Mastogloia exilis
Mastogloia ovulum
Stauroneis salina

Stauroneis polynesiae
Coscinodiscus radiatus
Surirella fastuosa
Synedra crystallina
Synedra laevigata var. *hyalina*
Synedra undulata
Thalassiosira excentrica
Trachyneis aspera

Source MNHN Paris

Triceratium formosum fa formosum
Triceratium shadboltianum
Tropidoneis lepidoptera
Tropidoneis lepidoptera var. *robusta*

Sous-groupe B2

Amphora proboscidea
Asteromphalus robustus
Caloneis silicula
Mastogloia composita

Sous-groupe B3

Asterolampra marylandica
Campylodiscus latus
Coscinodiscus nodulifer
Chaetoceros peruvianum
Dimeregramma dubium
Diploneis notabilis
Ethmodiscus gazellae
Cyrosigma balticum
Cyrosigma spathulatum
Hemidiscus cuneiformis
Navicula lyroides
Navicula robertsiana
Nitzschia graeffii
Nitzschia marginulata
Nitzschia maxima
Nitzschia plana
Nitzschia valida
Nitzschia vitrea
Plagiogramma staurophorum
Pleurosigma affine var. *normanii*
Rhizosolenia hebetata fa semispina
Synedra hennedyana
Triceratium formosum fa quadrangulare
Triceratium reticulum
Tropidoneis maxima

Sous-groupe B4

Actinocyclus ehrenbergii
Amphora cingulata
Amphora mexicana
Amphora obtusa
Amphora schmidtii
Biddulphia pulchella
Caloneis liber
Campylodiscus decorus var. *pinnatus*
Climacosphenia moniligera
Diploneis bomboides
Diploneis bombus
Diploneis crabro
Diploneis smithii
Ethmodiscus appendiculatus
Mastogloia baldjickiana
Mastogloia binotata
Mastogloia fimbriata
Melosira sulcata
Navicula cancellata
Navicula granulata
Navicula lyra
Nitzschia angularis
Nitzschia longissima
Nitzschia panduriformis
Nitzschia rigida
Pleurosigma formosum
Pleurosigma rigidum
Pleurosigma speciosum
Podocystis spathulata
Rhabdonema adriaticum

Sous-groupe B5

Actinoptychus splendens
Biddulphia aurita
Biddulphia reticulata
Biddulphia tuomeyi
Campylodiscus brightwelli
Campylodiscus intermedius
Campylodiscus incertus
Coscinodiscus nitidus
Mastogloia quinquecostata
Mastogloia punctatissima
Navicula polae
Nitzschia majuscula
Rhaphoneis amphiceros var. *tetragona*
Surirella martensiana
Trachyneis velatoides
Triceratium calvescens

Sous-groupe B6

Gyrosigma inflata
Gyrosigma lanceolatum
Mastogloia delicatissima
Navicula plicatula
Nitzschia lorenziana
Nitzschia socialis

Source MNHN Paris

Nitzschia tryblionella
Pleurosigma itium
Rhizosolenia imbricata var. *shrubsolei*
Rhoicosigma antillarum
Synedra formosa
Synedra fulgens

Dans l'analyse des récoltes de Faaa, les deux groupes A et B se différencient parfaitement sur les plans définis par les 3 premiers axes : en particulier sur le plan 1-2, le groupe B est centré de part et d'autre de la partie positive du 1e axe, dans le 1e et le 4e quadrant, tandis que le groupe A occupe entièrement les 2e et 3e quadrants (Fig. 20). La constitution des groupes et sous-groupes à partir de différentes espèces, ainsi que la proximité entre les divers groupes, a principalement pour origine des affinités écologiques mais également certaines parentés systématiques, en particulier en ce qui concerne certaines espèces et leurs formes ou variétés.

Les sous-groupes A1 et A5 sont les mieux individualisés : A1 occupe la majeure partie du 1e quadrant et A5 se place à la périphérie du 4e quadrant. Le sous-groupe A2, au centre des quadrants 1 et 4, est entouré par A4 qui part de la partie positive de l'axe 2, coupe la partie positive de l'axe 1 et se prolonge jusqu'à la partie négative de l'axe 2. A3, qui se superpose avec A2, est le plus mal défini : il se place à l'origine des axes et déborde sur les 4 quadrants.

Les deux groupes A et B se définissent parfaitement par rapport à l'axe 1, c'est-à-dire en fonction de la température de l'eau comme l'indique leur localisation dans les quadrants 1 et 4 pour le groupe A et dans les quadrants 2 et 3 pour B. A l'intérieur de ces deux groupes, les sous-groupes ne se définissent pas de façon aussi stricte, mais malgré tout il est possible de préciser les caractéristiques de chaque sous-groupe en fonction des espèces qui les constituent :

- le groupe A est principalement composé d'espèces communes, sporadiques ou caractéristiques des récoltes de mois pluvieux qui, lorsqu'elles ne sont pas indifférentes à la température de l'eau, ne se développent que dans des eaux dont la température est supérieure à 27°5 C :

sous-groupe A1 : espèces caractéristiques des eaux chaudes ou indifférentes à la température de l'eau.
sous-groupe A2 : espèces communes ou sporadiques, caractéristiques des eaux chaudes ou indifférentes à la température de l'eau.
sous-groupe A3 : principalement des espèces sporadiques mais également quelques espèces de mois pluvieux, caractéristiques des eaux chaudes ou indifférentes à la température de l'eau.
sous-groupe A4 : espèces des mois pluvieux, caractéristiques des eaux chaudes ou indifférentes à la température de l'eau.
sous-groupe A5 : principalement des espèces sporadiques mais également quelques espèces des mois secs, caractéristiques des eaux chaudes.

- le groupe B se compose d'une majorité d'espèces communes ou sporadiques avec quelques espèces de mois secs qui sont caractéristiques des eaux froides ou indifférentes à la température de l'eau :

sous-groupe B1 : espèces communes indifférentes à la température de l'eau.
sous-groupe B2 : espèces sporadiques n'étant pas corrélées avec la température.

Source MNHN Paris

sous-groupe B3 : principalement des espèces communes mais également quelques espèces sporadiques, indifférentes à la température de l'eau.

sous-groupe B4 : espèces communes indifférentes à la température de l'eau mais également quelques espèces de mois secs caractéristiques des eaux froides.

sous-groupe B5 : espèces sporadiques ou récoltées durant les mois secs, caractéristiques des eaux froides.

sous-groupe B6 : espèces sporadiques caractéristiques des eaux froides ou indifférentes à la température de l'eau.

4.3.3.3.3. Lagon de Vairao

Les 226 espèces de Vairao se répartissent en 6 groupes inégaux : le groupe A comprend 113 espèces et 5 sous-groupes, B et C 4 espèces chacun, le groupe D est divisé en 3 sous-groupes avec 30 espèces, E compte 2 sous-groupes et 31 espèces, et F est formé de 2 sous-groupes avec 44 espèces.

GROUPE A

Sous-groupe A1

Amphora acuta var. *arcuata*
Amphora cingulata
Amphiprora alata
Asterionella notata
Campylodiscus circumactus
Climacosphenia elongata
Dimeregramma dubium
Diploneis bomboides
Cyrosigma elegans
Cyrosigma gibbosum
Navicula clavata
Nitzschia acuta
Nitzschia lorenziana
Nitzschia marginulata
Nitzschia plana
Nitzschia spathulata
Pleurosigma angulatum
Rhizosolenia hebetata fa semispina
Triceratium quinquelobatum
Triceratium reticulum

Sous-groupe A2

Achnanthes inflata
Amphora gruendleri
Auricula mahutchoniae
Caloneis silicula
Diploneis papula
Nitzschia amphibia
Nitzschia vitrea

Sous-groupe A3

Achnanthes brevipes
Actinocyclus ehrenbergii
Actinocyclus subtilis
Amphora coffeaeformis
Amphora costata
Amphora mexicana
Amphora obtusa
Amphora spectabilis
Caloneis liber
Climacosphenia moniligera
Dimeregramma furcigerum
Diploneis bombus
Diploneis crabro
Diploneis coffaeiformis
Diploneis debyi
Diploneis smithii
Diploneis subcincta
Ethmodiscus appendiculatus
Cyrosigma balticum
Mastogloia binotata
Mastogloia crucicula
Mastogloia fimbriata

Source : MNHN, Paris

Navicula confervacea
Navicula granulata
Navicula longa
Navicula grevilleoides
Navicula lyra
Navicula perobesa
Melosira sulcata
Nitzschia angularis
Nitzschia graeffii
Nitzschia insignis
Nitzschia longissima
Nitzschia maxima
Nitzschia panduriformis
Nitzschia rigida
Nitzschia valida
Plagiogramma staurophorum
Pleurosigma formosum
Pleurosigma speciosum
Podocystis spathulata
Progonaia musca
Rhabdonema adriaticum
Stauroneis polynesiae
Surirella fastuosa
Synedra crystallina
Synedra fulgens
Synedra hennedyana
Synedra ulna
Synedra undulata
Trachyneis aspera
Tropidoneis maxima
Tropidoneis lepidoptera
Tropidoneis lepidoptera var. *robusta*

Sous-groupe A4

Amphiprora sulcata
Amphora obtusa var. *rectangulata*
Biddulphia pulchella
Biddulphia reticulata
Biddulphia titiana
Campylodiscus latus
Campylodiscus decorus var. *pinnatus*
Campylodiscus incertus
Hemidiscus cuneiformis
Hydrosilicon mitra
Pleurosigma rigidum
Surirella ceylanensis
Surirella martensiana
Thalassiosira excentrica
Triceratium formosum fa formosum
Triceratium formosum fa quadrangulare
Triceratium shadboltianum

Sous-groupe A5

Amphora bigibba
Amphora normanii
Amphora robusta
Amphora grevilleana
Caloneis bacillum
Chaetoceros peruvianum
Cocconeis scutellum
Coscinodiscus marginatus
Dimeregramma minor
Mastogloia composita
Navicula directa
Pleurosigma vairaense
Triceratium dubium
Triceratium spinosum

GROUPE B

Amphora gigantea
Chaetoceros curvisetum
Rhizosolenia imbricata var. *shrubsolei*
Thalassiosira vitrea

GROUPE C

Bacteriastrum delicatulum
Chaetoceros atlanticum
Chaetoceros compressum
Chaetoceros massanense

GROUPE D

Sous-groupe D1

Achnanthes brevipes var. *angustata*
Achnanthes citronella

Source : MNHN, Paris

Amphora dubia
Amphora angusta
Cocconeis britannica
Cocconeis heteroidea
Cocconeis placentula
Cocconeis pseudomarginatus
Cocconeis vairaense
Diploneis littoralis
Diploneis vacillans var. *renitens*
Mastogloia citrus
Mastogloia exilis
Mastogloia inaequalis
Mastogloia ovulum
Navicula cyprinus

Sous-groupe D2

Campylodiscus ralfsii
Mastogloia decipiens
Mastogloia corsicana
Mastogloia horvathiana
Mastogloia quinquecostata
Podosira hormoides
Surirella reniformis

Sous-groupe D3

Actinoptychus splendens
Campylodiscus brightwellii
Navicula ramosissima
Nitzschia vidovichii
Sceptroneis peragalli
Triceratium calvescens
Tropidoneis vitrea

GROUPE E

Sous-groupe E1

Achnanthes rhombica
Amphora cymbifera
Amphora turgida
Biddulphia aurita
Cocconeis pellucida
Coscinodiscus nitidus
Coscinodiscus nodulifer
Diploneis chersonensis
Diploneis fusca
Grammatophora marina
Grammatophora oceanica
Grammatophora undulata
Mastogloia affirmata
Mastogloia baldjickiana
Navicula consors
Navicula robertsiana
Navicula fundata
Nitzschia constricta var. *bombiformis*
Nitzschia apiculata
Podosira stelliger
Rhaphoneis amphiceros var. *tetragona*
Synedra formosa
Synedra laevigata var. *hyalina*
Trachyneis velatoides

Sous-groupe E2

Amphora proboscidea
Caloneis fossilis
Diploneis notabilis
Mastogloia achnanthioides
Licmophora ehrenbergii
Licmophora gracilis
Licmosphenia clevei

GROUPE F

Sous-groupe F1

Amphora crassa
Amphora schmidtii
Asterolampra marylandica
Asteromphalus robustus
Gyrosigma inflata
Gyrosigma lanceolatum
Mastogloia decussata
Mastogloia peracuta
Navicula atlantica
Navicula cancellata
Navicula rostellata
Navicula plicatula

Source : MNHN, Paris

Navicula pseudo-ny
Nitzschia closterium
Nitzschia distans var. *tumescens*
Nitzschia majuscula
Nitzschia punctata var. *coarctata*
Nitzschia tryblionella
Plagiogramma atomus
Pleurosigma itium
Rhaphoneis belgica
Surirella pahoensis

Sous-groupe F2

Achnanthes inflata
Amphora angularis
Amphora rhombica
Amphora schmidtii
Amphora securicula
Auricula complexa
Auricula intermedia
Auricula insecta
Campylodiscus biangulatus
Campylodiscus innominatus
Campylodiscus punctulatoides
Gyrosigma spathulatum
Mastogloia schmidtii
Mastogloia punctatissima
Navicula forcipata
Navicula lyroides
Navicula perplexa
Navicula polae
Nitzschia distans
Nitzschia socialis
Stauroneis salina
Synedrosphenia gomphonema

Les 6 groupes A, B, C, D, E et F se répartissent ainsi dans les quatre quadrants du plan 1-2 : sur la portion positive de l'axe 1, c'est-à-dire dans les quadrants 1 et 4, se trouvent les groupes A, B et C, tandis que les groupes D, E et F se placent dans les quadrants 2 et 3 correspondant à la portion négative de l'axe 1 (Fig. 21).

Le groupe A occupe la plus grande partie des quadrants 1 et 4 et les différents sous-groupes de A adoptent une position concentrique autour du sous-groupe A3. On observe successivement du centre vers la périphérie : le sous-groupe A4, puis A1 et A2 et finalement le sous-groupe A5.

Le groupe B est bien individualisé à la périphérie des 1e et 4e quadrants, de part et d'autre de l'axe 1 et le groupe C se place près de lui dans le 1e quadrant.

Le groupe D recouvre le 3e quadrant : le sous-groupe D2-D3 déborde légèrement sur le 4e quadrant et il en est de même pour D1 sur le 2e quadrant. Les sous-groupes E1 et E2 se trouvent dans la partie centrale du 2e quadrant et empiètent sur le 1e quadrant.

Le groupe F est le moins homogène des 6 groupes : le sous-groupe F1 est bien individualisé à la périphérie du 2e quadrant mais le sous-groupe F2 adopte une position centrale calquée sur celle du groupe E.

La répartition des espèces à l'intérieur des groupes n'est pas aussi bien définie à Vairao que dans le lagon de Faaa en raison d'une plus forte individualité des populations : nous nous trouvons ainsi en présence de 6 groupes inégaux dont l'individualisation et la localisation sont parfois incertaines. Il est toutefois possible de déterminer deux associations de 3 groupes qui peuvent être assimilés aux deux groupes de Faaa : les groupes A, B et C de Vairao correspondraient au groupe A de Faaa, et les groupes D, E et F au groupe B. Comme à Faaa, ces deux ensembles de 3 groupes se définissent par rapport à l'axe 1, en fonction de la température de l'eau et chaque groupe et sous-groupe présente les caractères

Source : MNHN, Paris

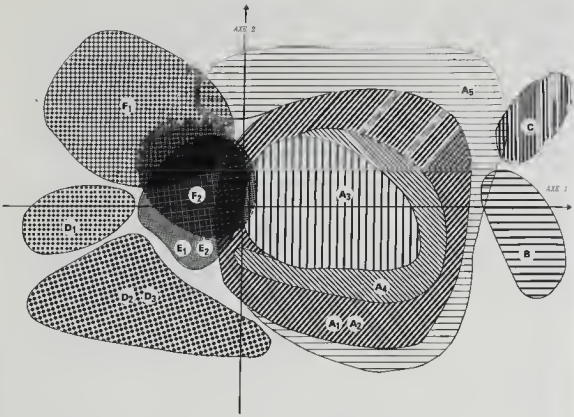


Fig. 21. — Localisation des différents groupes et sous-groupes d'espèces associées dans le lagon de Vairao (Analyse Factorielle des Correspondances).

Source : MNHN, Paris

particuliers suivants :

- le groupe A est formé d'une majorité d'espèces communes et sporadiques complétée par quelques espèces caractéristiques des récoltes de mois pluvieux; ces espèces sont soit indifférentes à l'action de la température soit caractéristiques des eaux dont la température est élevée.

sous-groupe A1 : espèces sporadiques, indifférentes à l'action de la température.
sous-groupe A2 : espèces de mois pluvieux ou sporadiques, caractéristiques des eaux chaudes.
sous-groupe A3 : espèces communes, caractéristiques des eaux chaudes ou indifférentes à l'action de la température.
sous-groupe A4 : espèces communes ou sporadiques indifférentes à l'action de la température de l'eau.
sous-groupe A5 : espèces sporadiques caractéristiques des eaux chaudes ou indifférentes à l'action de la température.

- le groupe B réunit des espèces caractéristiques des récoltes de mois à moyenne pluviosité : ces espèces sont caractéristiques des eaux chaudes du lagon ou indifférentes à la température de l'eau.

- le groupe C comprend des espèces caractéristiques des mois de moyenne pluviosité et indifférentes à l'action de la température.

- le groupe D se compose principalement d'espèces sporadiques non soumises à l'influence de la température de l'eau :

sous-groupe D1 : espèces des mois pluvieux ou sporadiques, en général indifférentes à l'action de la température mais, également, parfois caractéristiques des eaux froides du lagon.
sous-groupe D2 : espèces sporadiques indifférentes à l'action de la température.

- le groupe E est très hétérogène et rassemble des espèces dont les caractéristiques sont variées, parfois conditionnées par de basses températures de l'eau :

sous-groupe E1 : espèces communes ou sporadiques.
sous-groupe E2 : espèces caractéristiques des mois pluvieux.

- le groupe F est formé d'espèces sporadiques ou caractéristiques des mois pluvieux, indifférentes à l'action de la température ou caractéristiques des eaux froides :

sous-groupe F1 : espèces sporadiques ou pluvieuses, indifférentes à l'action de la température.
sous-groupe F2 : espèces pluvieuses associées avec quelques espèces sporadiques, caractéristiques des eaux froides du lagon.

4.3.3.3.4. Groupes d'espèces associées communs aux deux lagons

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, les récoltes des 2 lagons se séparent très nettement sur l'axe 1 et cette séparation est tout aussi marquée quand l'on retire les espèces caractéristiques : ce fait pourrait indiquer que l'on se trouve en présence des 2 écosystèmes fondamentalement différents. Cependant, la comparaison des différents groupes et sous-groupes de Faaa et de Vairao permet de mettre

Source MNHN Paris

en évidence, d'une part, des combinaisons caractéristiques de chaque lagon, et, d'autre part, des groupes d'espèces associées communs à Faaa et à Vairao : ces espèces sont fortement corrélées et ont les mêmes exigences écologiques.

Selon leur répartition au sein des récoltes de mois pluvieux, secs ou intermédiaires, et en fonction de l'influence de la température sur leur développement, il est possible de distinguer des associations d'espèces communes, sporadiques, appartenant à des mois pluvieux, à des mois secs ou à des mois de pluviosité intermédiaire, qui sont également indifférentes à l'action de la température ou, au contraire, caractéristiques des eaux chaudes ou des eaux froides des deux lagons. Ces associations sont les suivantes :

- Espèces communes, indifférentes à l'action de la température :

1. – *Cyrosigma balticum, Nitzschia graeffii, N. maxima, N. valida, Plagiogramma staurophorum, Synedra hennedyana, Tropidoneis maxima.*
2. – *Surirella fastuosa, Synedra crystallina, S. undulata, Trachyneis aspera, Tropidoneis lepidoptera, T. lepidoptera* var. *robusta.*
3. – *Biddulphia pulchella, B. reticulata, Campylodiscus ambiguus, Hemidiscus cuneiformis, Pleurosigma rigidum, Triceratium formosum fa formosum.*
4. – *Amphora cingulata, Dimeregramma dubium, Diploneis bomboides.*
5. – *Amphora cymbifera, Cocconeis pellucida, Coscinodiscus nitidus, Crammatophora marina, Mastogloia affirmata, Navicula consors, Nitzschia constricta* var. *bombiformis, N. apiculata.*

- Espèces communes, caractéristiques des eaux chaudes :

1. – *Achnanthes brevipes, Actinocyclus subtilis, Amphora coffeaeformis, A. schmidtii, A. spectabilis, Campylodiscus innominatus, Diploneis subcincta, Mastogloia crucicula, Navicula confervacea, N. longa, Synedra ulna, Stauroneis salina.*
2. – *Actinocyclus ehrenbergii, Amphora mexicana, A. obtusa, Caloneis liber, Climacosphenia moniligera, Diploneis bombus, D. crabro, D. smithii, Ethmodiscus appendiculatus, Mastogloia binotata, M. fimbriata, Navicula granulata, N. lyra, Melosira sulcata, Nitzschia angularis, N. longissima, N. panduriformis, N. rigida, Pleurosigma formosum, P. speciosum, Podocystis spathulata, Rhabdonema adriaticum.*

- Espèces communes, caractéristiques des eaux froides :

1. – *Asterolampra marylandica, Rhizosolenia hebetata fa semispina, Triceratium shadboltianum.*

- Espèces caractéristiques des mois pluvieux et indifférentes à la température de l'eau :

1. – *Achnanthes brevipes* var. *angustata, Cocconeis britannica, C. pellucida.*
2. – *Amphora dubia, Mastogloia inaequalis, Navicula cyprinus, N. ramosissima, Pleurosigma anguste-striatum, Mastogloia citrus.*
3. – *Auricula insecta, Campylodiscus punctulatoides, Cyrosigma lanceolata, Nitzschia majucula, N. tryblionella.*

Source : MNHN, Paris

4. – *Auricula intermedia, A. complexa, Diploneis coffaeiformis, Navicula perplexa.*

- Espèces des récoltes des mois pluvieux et caractéristiques des eaux froides :

1. – *Amphiprora sulcata, Cocconeis heteroidea, Cocconeis placentula, C. vairaense, C. pseudomarginatus, Coscinodiscus marginatus.*

- Espèces des récoltes de mois pluvieux et caractéristiques des eaux chaudes :

1. – *Gyrosigma elegans, Nitzschia amphibia, Triceratium formosum fa formosum.*

- Espèces des récoltes de mois secs et indifférentes à la température :

1. – *Mastogloia exilis, Navicula polae, Pleurosigma itium, Trachyneis velatoides.*

- Espèces sporadiques indifférentes à l'action de la température :

1. – *Campylodiscus ralfsii, Mastogloia corsicana, M. ovulum, M. decipiens, M. punctatissima, M. horvathiana, Surirella reniformis.*
2. *Achnanthes rhombica, Amphora crassa, A. turgida, Diploneis fusca, Grammatophora undulata.*
3. – *Campylodiscus incertus, Cyrosigma gibbosum, Nitzschia marginulata, N. plana, N. vitrea, Surirella martensiana, Thalassiosira excentrica.*

- Espèces sporadiques caractéristiques des eaux chaudes :

1. – *Amphora bigibba, grevilleana, securicula, Dimeregramma minor, Mastogloia schmidtii, Navicula forcipata, N. directa, Progonaia musca, Triceratium dubium.*

- Espèces sporadiques caractéristiques des eaux froides :

1. – *Actinoptychus splendens, Campylodiscus biangulatus, C. brightwellii, Navicula plicatula, Triceratium calvescens.*

L'examen de cette liste de groupes d'espèces associées communes aux deux lagons amène les remarques suivantes :

- parmi les 214 espèces du lagon de Faaa et les 226 espèces du lagon de Vairao ayant une fréquence supérieure à 10% de leur fréquence totale, 131 espèces, soit 57%, appartiennent à des groupes d'espèces associées communes aux deux lagons et parmi celles-ci, 69 espèces, soit 55%, font partie des espèces communes les plus représentées dans les récoltes mais dont la valeur indicatrice est très faible.

- ainsi que le soulignent MARGALEF et GONZALEZ-BERNALDEZ (1969), les groupes résultent le plus fréquemment de l'association d'espèces appartenant à des genres différents, tandis que les associations entre espèces d'un même genre sont très rares à l'exception des associations à *Cocconeis* caractéristiques des récoltes des mois pluvieux et des eaux froides des lagons, et des associations à *Mastogloia* qui réunissent des espèces sporadiques indifférentes à l'action de la température.

Source MNHN Paris

4.4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Dans ce chapitre, nous avons essayé, d'une part, d'étudier et de comparer les structures et l'évolution spatio-temporelle des populations de diatomées de deux lagons de Tahiti, Faaa et Vairao, et, d'autre part, de définir une méthodologie simple et rapide, combinant les statistiques conventionnelles et les analyses multivariables, qui permette d'étudier ces populations.

La comparaison de nos résultats avec ceux des travaux antérieurs (cf. § Historique) souligne la difficulté de mettre en évidence, dans une population spécifiquement très diversifiée, des groupes d'espèces associées puis de classer ces groupes en fonction de l'écologie des espèces qui les constituent : plus le nombre d'espèces étudiées est grand, moins la séparation entre les différents groupes sera tranchée, car certaines espèces appartiennent alors à plusieurs groupes, et moins la valeur indicatrice de ces groupes sera écologiquement bonne. Il y a donc un choix à faire : ou bien limiter le nombre des espèces étudiées pour obtenir des groupes dont la valeur indicatrice sera forte mais dont la représentativité sera moyenne, ou bien définir des groupes d'espèces associées plus importants et représentatifs de l'ensemble de la population mais dont la valeur sera plus faible sur le plan écologique.

Initialement, nous nous trouvons en présence de deux populations apparemment très semblables puisque constituées approximativement des mêmes espèces; mais, à partir de ces 315 espèces, sélectionnées d'après leurs fréquences relatives, se constituent deux populations très dissemblables dont les différences structurelles et évolutives ne font que refléter l'existence de deux écosystèmes très individualisés. Ces deux écosystèmes, les lagons de Faaa et de Vairao, s'opposent autant par leur morphologie que par leur climatologie. Cette opposition se traduit par une séparation fortement tranchée au niveau des espèces et des récoltes comme l'indique la localisation des récoltes et des espèces caractéristiques de Faaa sur la partie positive de l'axe 1 et celle des récoltes et des espèces caractéristiques de Vairao sur la partie négative de ce même axe.

Les différences entre les populations des deux lagons peuvent s'expliquer par les trois raisons suivantes :

- espèces caractéristiques présentes dans un seul lagon
- fréquences relatives différentes d'un lagon à l'autre
- associations interspécifiques propres à Faaa et à Vairao.

18 espèces sont caractéristiques du lagon de Vairao et 1 seule du lagon de Faaa, soit au total 19 espèces dont les fréquences relatives sont généralement basses. Ces 19 espèces représentent 3% de la population totale des deux lagons et ne contribuent que faiblement à la construction des premiers axes. Les fréquences relatives de chaque espèce varient fortement d'un lagon à l'autre, particulièrement en ce qui concerne les espèces les plus communes. Cependant, ces différences de fréquences ne peuvent expliquer entièrement l'opposition entre les populations des deux lagons, d'autant plus que les résultats obtenus sont

Source : MNHN, Paris

identiques en travaillant, non pas avec des données brutes ou aves des données logarithmiques, mais en présence-absence. Les populations de Faaa et de Vairao ont des groupes d'espèces associées communs, mais également des structures associatives qui leur sont propres. Plus que la présence d'espèces caractéristiques et la différence de fréquence des espèces communes ou sporadiques, c'est principalement par la présence de ces groupes d'espèces associées propres à chacun des deux lagons que s'édifient des populations spécifiques de Faaa et de Vairao.

Plusieurs facteurs conditionnent l'évolution des populations des deux lagons. La pluviosité est le facteur prépondérant par lequel s'opposent fondamentalement les populations de diatomées de Faaa et de Vairao. La température de l'eau joue également un rôle important car, d'après sa valeur, se définissent des associations caractéristiques des mois chauds et des mois froids selon des modalités propres à Faaa et à Vairao. Il n'a pas été possible de définir les autres facteurs influant sur l'évolution des populations, non seulement par suite d'un manque certain de données physico-chimiques, mais également en raison de la difficulté de définir avec précision le niveau d'action réel de la pluviosité et de quantifier les paramètres qu'elle conditionne : eaux de pluie, eaux de ruissellement, salinité, nébulosité, turbidité, apports organiques, teneurs en sels nutritifs, etc...

En fonction de la pluviosité et de la température, il a été néanmoins possible de définir les populations types de Faaa et de Vairao. Les espèces présentant une croissance optimale pendant les mois pluvieux sont localisées dans le lagon de Vairao : elles préfèrent des eaux froides et turbides ayant une faible salinité et un taux élevé de sels nutritifs, plus particulièrement de silicates et de phosphates. A l'opposé, les espèces ayant habituellement de fortes fréquences dans le lagon de Faaa, au cours des mois peu pluvieux, préfèrent des eaux chaudes et limpides avec une salinité plus élevée que dans le lagon de Vairao mais avec une teneur plus faible en sels nutritifs.

Sans aller jusqu'à prétendre que les traitements mathématiques permettent de faire des miracles, nous pensons que les méthodes d'analyse sont très utiles pour parvenir à une bonne compréhension d'un phénomène écologique (BLANC et LAUREC, 1976), à condition de choisir avec rigueur la méthode d'échantillonnage de la technique d'analyse (FRONTIER, 1974). Dans ce but, il nous a paru intéressant de définir une méthodologie simple et rapide qui puisse être utilisée en routine pour étudier les populations planctoniques des lagons :

- en analyse statistique conventionnelle, la dominance d_4, telle que nous l'avons définie, donne une idée générale de la composition et de l'évolution d'une population de diatomées et permet en même temps d'avoir une bonne approximation de la diversité. Par ailleurs, le diagramme correspondant au cumul des fréquences relatives des 60 espèces les plus fréquentes de chaque récolte réalise une bonne représentation des différents stades de succession de la population étudiée.

- en ce qui concerne l'analyse factorielle des correspondances et la classification hiérarchique des espèces et des récoltes, la méthode en présence-absence apparaît à la fois comme la plus simple, la plus rapide et également comme la

Source MNHN Paris

plus sûre : en effet, la perte d'information résultant de l'utilisation de cette méthode est compensée par le gain de temps qui permet d'exploiter un plus grand nombre de récoltes et de mieux cerner le phénomène étudié en améliorant l'information.

Source : MNHN, Paris

PRODUCTION PRIMAIRE

5.1. INTRODUCTION

Après avoir étudié la composition quantitative, la distribution, l'écologie et les structures associatives des populations de diatomées de l'archipel de la Société, il était intéressant de définir la part des diatomées dans la production primaire planctonique et dans la production globale des eaux des lagons et de l'océan.

La production primaire microplanctonique et nannoplanctonique a été mesurée par la technique du ^{14}C incubé *in situ* dans les lagons des deux îles hautes d'origine volcanique, Tahiti et Moorea. Deux séries de mesures ont été réalisées dans les lagons de Vairao et de Tiahura pendant la saison sèche, en juillet et août 1974 et 1975 (hiver austral) et une série de mesures en mars et avril 1975, à la fin de la saison des pluies.

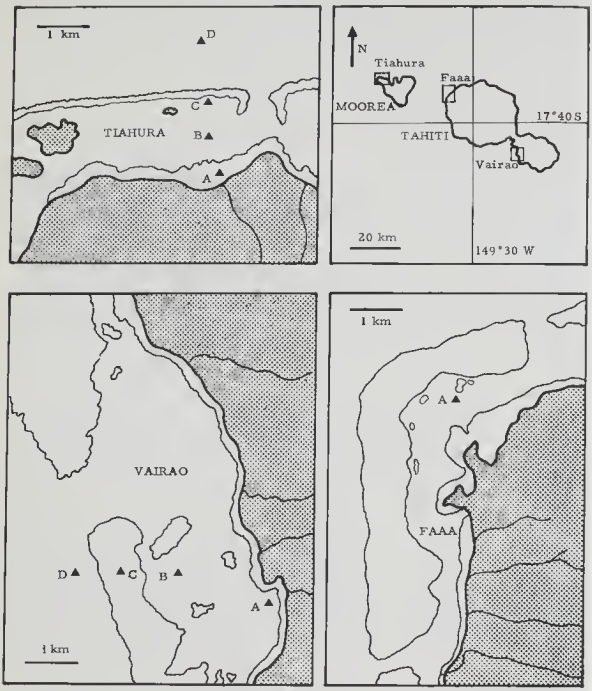
Les mesures de Carbone 14 ont été complétées par des numérations cellulaires au microscope inversé et par des dosages de chlorophylle a en fluorimétrie, destinés à évaluer la biomasse phytoplanctonique. La charge particulaire minérale et organique des eaux du lagon et de l'océan a été quantifiée par des pesées de seston recueilli par filtration.

Initialement les mesures de productivité primaire devaient avoir lieu dans les lagons de Faaa et de Vairao afin de poursuivre la comparaison de leurs populations respectives étudiées au chapitre précédent, mais des prélèvements réguliers n'ont pu être réalisés dans la lagon de Faaa et les expérimentations ont été plus particulièrement axées sur les lagons de Vairao, à Tahiti, et de Tiahura, à Moorea. Les trois lagons ont été décrits en détails dans un travail antérieur (RICARD, 1976a) et sont figurés dans le 2e chapitre (cartes 4, 5, 6 p. 168, 170 et 172); leurs caractéristiques morphologiques principales ont été résumées sur la carte 7 (p. 244).

5.2. HISTORIQUE

Le plancton des lagons des îles hautes et des atolls de la Polynésie française a été très peu étudié (MICHEL, 1970; MICHEL *et al.*, 1971; DESROSIERES et WAUTHY, non publié; DESROSIERES et GUEREDRAT, non publié); d'autre part, les campagnes océanographiques n'ont que rarement prospecté leurs eaux océaniques (FORSBERGH et BROENKOW, 1965; HASLE, 1959, 1960), exception faite des campagnes réalisées par le centre ORSTOM de Nou-

Source MNHN Paris



Carte 7. — Localisation des différentes stations étudiées à Tahiti (lagon de Faaa et de Vairao) et à Moorea (lagon de Tiahura).

Source MNHN Paris

méa (DESROSIERES, 1969; DESROSIERES et WAUTHY, 1972).

Dans l'océan Indien, la production primaire et le «standing crop» chlorophyllien ont été étudiés par QASIM et SANKARANARAYANAN (1970) et QASIM *et al.* (1972) dans l'atoll de Kawaratti.

Dans l'océan Pacifique, les îles Marshall, les îles de la Ligne et les îles Hawaü possèdent des écosystèmes comparables à ceux de la Polynésie française. DOTY et OGURI (1956) ainsi que GILMARTIN et REVELANTE (1974) ont cherché à mettre en évidence un effet de masse insulaire en mesurant la productivité primaire planctonique par la méthode du ^{14}C et en dosant en fluorimétrie les pigments chlorophylliens des eaux hawaiiennes. GORDON (1971) et KRASSNICK (1973) ont mesuré la productivité primaire des eaux du lagon de l'atoll de Fanning dans les îles de la Ligne.

Dans les Hawaii, les Marshall et les îles de la Ligne, différents chercheurs ont étudié le métabolisme des communautés récifales coralliennes afin de définir l'importance de chaque niveau trophique. Ils ont ainsi mis l'accent sur les importants changements biologiques et physico-chimiques que subissent les eaux océaniques au contact du récif barrière lors de leur pénétration dans le lagon. A cette occasion la production primaire des eaux de surface a été mesurée par la méthode de l'oxygène dissous (KOHN et HELFRICH, 1957; GORDON et KELLY, 1962; JOHANNES *et al.*, 1972; SMITH et MARSH, 1973; SMITH et PESRET, 1974). Ces recherches soulignent l'importance des particules détritiques, minérales et organiques, transportées par les flux océaniques dans le lagon où elles contribuent pour une large part à la charge des eaux; ces détritus forment, en l'absence de productivité primaire planctonique suffisante, un pseudoplancton utilisé comme nourriture par les communautés animales du lagon (MARSHALL, 1965; GERBER et MARSHALL, 1974).

Tous ces travaux aboutissent à la même conclusion : l'écosystème corallien est un des plus productifs qui soit, mais la production primaire planctonique ne représente qu'une faible part de la production primaire globale car son gain carboné est très inférieur au métabolisme de la communauté récifale (JOHANNES, 1972; SARGENT et AUSTIN, 1949). La production primaire des végétaux du lagon résulte non seulement de celle du phytoplancton mais également de celle des bactéries, qui assurent la nutrition de nombreux mollusques filtreurs (SOROKIN, 1972), et surtout de l'assimilation photosynthétique des algues benthiques et symbiotiques qui sont prédominantes au sein de l'écosystème récifal (SARGENT et AUSTIN, 1954; TAYLOR, 1973) bien que certains auteurs doutent de leur importance (KANWISHER et WAINWRIGHT, 1967).

Source : MNHN, Paris

5.3. MÉTHODES

5.3.1. COMPTAGES CELLULAIRES

L'eau de mer destinée aux comptages a été récoltée au moyen de bouteilles à hydrologie de type VAN DORN (modèle de 8 litres en altuglass transparent) ou de type MÉCABOLIER (modèle métallique de 2 litres); les prélèvements ont ensuite été fixés par le lugol acétique ou par du formol à 4% neutralisé au borate de soude.

Les comptages ont été réalisés sous un microscope WILD M 40 équipé de chambres à plaques de 100 ml selon la technique décrite par LUND *et al.* (1958) et par UTERMOEHL (1958).

Les récoltes ont été homogénéisées par agitation manuelle avant d'être transvasées dans les chambres de 100 ml; les concentrations cellulaires étant très faibles, il n'a jamais été nécessaire de procéder à des dilutions. Les chambres, une fois remplies, ont été recouvertes d'une lamelle et laissées à décanter pendant 24 heures à l'issue desquelles le tube de la chambre était retiré et le réceptacle basal de la chambre recouvert d'une lamelle. Après une nouvelle décantation de 4 heures, destinée à permettre la redéposition des cellules remises en suspension par le glissement de la lamelle, les récoltes ont été dénombrées.

Toutes les cellules reposant sur la lamelle de fond de la chambre ont été comptées au moyen d'un objectif à immersion de grossissement 50 x ou 100 x selon la taille des cellules. Les spécimens difficiles à identifier, en raison de leur position en vue connective, de leur petite taille ou de la présence des plastes masquant l'ornementation, ont été ensuite observés sous un microscope droit pour être déterminés.

La comparaison des résultats des comptages effectués sur les récoltes formolées et sur les récoltes fixées par le lugol acétique a mis en évidence la disparition de certains organismes calcaires détruits par le lugol et en particulier celle des Coccolithophoridés relativement importants dans les eaux tropicales (DESROSIERES, 1971; DESROSIERES et WAUTHY, 1972; OKADA et HONJO, 1973). Cet inconvénient du lugol acétique avait déjà été signalé par TRAVERS (1971) qui remarquait également une sous-estimation dans le dénombrement des récoltes formolées, sous-estimation que nous n'avons pas notée : la fixation du microplancton et du nannoplancton par le formol neutralisé est donc préférable à celle obtenue par le lugol acétique, surtout dans le cas des flagellés.

De mars 1974 à août 1975, 18 séries de prélèvements mensuels ont été réalisées dans les lagons de Faaa et de Vairao et 8 dans le lagon de Tiahura.

Source : MNHN, Paris

5.3.2. PIGMENTS PHOTOSYNTHÉTIQUES

Deux à trois litres d'eau de mer ont été filtrés sous un vide de 45 mm de mercure, sur filtre Millipore HA (diamètre du filtre : 45 mm, diamètre des pores : 0,45 μm) saupoudrés en fin de filtration d'une pincée de CO^3Mg afin d'éviter une acidification du milieu. Les filtres ont été conservés à $-30°$ C et à l'obscurité avant d'être extraits dans 7 ml d'acétone à 90% pendant 12 heures et ce, à l'obscurité et à une température de $+8°$ C; les tubes contenant l'acétone et le filtre en solution étaient vigoureusement agités toutes les heures.

Après une centrifugation des extraits acétoniques (5 minutes à 5000 G) les surnageants ont été dosés en fluorimétrie suivant la méthode rapportée par STRICKLAND et PARSONS (1968). Le fluorimètre utilisé possédait les caractéristiques suivantes : fluorimètre TURNER, modèle 111, équipé d'une lampe excitatrice T 5 à enveloppe avec un maximum d'émission voisin de 450 nm, d'un filtre bleu Corning CS 5-60 à l'émission et à l'activation d'un filtre rouge CORNING CS 2-64 qui arrête toutes les radiations inférieures à 650 nm; la fluorescence de l'échantillon est mesurée à angle droit par un photomultiplicateur R 136 sensible aux radiations rouges et placé après le filtre d'activation.

Ainsi que le préconise DUFOUR (1972) nous avons limité au maximum le volume d'eau filtré afin d'éviter une destruction ou une perte des pigments par suite d'un colmatage des filtres ou d'une trop longue filtration; cependant, en raison des conditions de travail, nous n'avons pu éliminer ni les manipulations ni les stockages des filtres qui sont à l'origine de la dégradation d'une certaine quantité de chlorophylle (NEVEUX, 1973).

5.3.3. PRODUCTION PRIMAIRE

Les mesures d'incubation du Carbone 14 ont été réalisées *in situ*, pendant une demi-journée solaire, au moyen de flacons pyrex clairs et sombres de 250 ml dans lesquels étaient introduits 5 μci de carbonate de sodium marqué. L'eau de mer était ensuite filtrée sur filtres Millipore HA (diamètre du filtre : 25 mm; diamètre des pores : 0,45 μm) sous un vide de 45 mm de mercure. Les filtres ont été comptés en scintillation liquide sans aucun traitement préalable. En outre, aucune correction n'a été apportée, ni isotopique ni respiratoire et l'assimilation à l'obscurité n'a pas été soustraite de celle à la lumière. La teneur en carbone de l'eau de mer a été calculée d'après le pH, la température et la salinité de l'eau : elle était de 25 mg par litre environ.

De façon générale, les incubations ont été réalisées de 6 h du matin à midi, mais également, parfois, de midi à 6 h du soir. Les mesures de lumière dans la colonne d'eau (JAUBERT, comm. pers.) ont montré que l'intensité lumineuse était maximale entre 11 h du matin et 1 h de l'après-midi et qu'en toute saison la demi-journée solaire allait de l'aube à midi et de midi au crépuscule. La comparaison des résultats de mesures de productivité réalisées au cours des deux

Source MNHN Paris

PARAMETRES / STATIONS	Salinité g.litre^{-1}	T° eau (°C)	N-NO3 (µat.g N2,P,Si par litre)	P-PO4	Si-SiO4	Oxygène dissous ml.l^{-1}	Pluie (mm)	Disque Secchi (m)
TIAHURA 7-1974 A	36.10	23°6	0.32	0.18	2.02	7.00	20.7	-
B	35.90	23°5	0.18	0.21	2.70	7.06	"	-
C	36.10	23°5	0.31	0.21	2.22	6.28	"	-
D	36.10	23°4	0.16	0.21	2.48	7.77	"	40
VAIRAO 8-1974 A	36.10	23°7	0.13	0.23	6.67	6.51	50.2	-
B	36.20	23°8	0.16	0.21	4.94	6.86	"	30
C	-	-	-	-	-	-	"	-
D	-	-	-	-	-	-	"	-
FAAA 8-1974 A	-	-	-	-	-	-	47.5	-
TIAHURA 4-1975 A	35.60	29°0	-	0.28	2.24	6.80	144.8	-
B	35.70	28°3	-	0.23	2.84	7.40	"	-
C	35.90	28°4	-	0.23	2.84	7.40	"	-
D	36.00	28°1	-	0.25	2.68	7.70	"	32
VAIRAO 4-1975 A	35.00	27°9	-	0.52	24.40	8.08	173.1	-
B	34.90	28°1	-	0.46	15.64	7.90	"	20
C	-	-	-	-	-	-	"	-
D	34.70	28°1	-	0.23	5.50	8.01	"	28
FAAA 4.1975 A	35.00	29°3	-	0.50	6.35	7.86	130.7	-
TIAHURA 8-1975 A	35.35	24°8	-	-	-	7.22	129.4	-
B	35.80	25°1	-	-	-	6.06	"	-
C	36.00	25°2	-	-	-	6.10	"	-
D	36.05	25°0	-	-	-	-	"	32
VAIRAO 7-1975 A	34.05	26°5	-	0.36	2.35	7.28	240.4	-
B	34.90	26°3	-	0.21	1.61	7.16	"	20
C	35.00	26°2	-	0.35	1.75	7.68	"	-
D	35.70	26°3	-	0.23	2.55	7.68	"	27
FAAA 7-1975 A	35.10	26°5	-	0.24	-	6.10	131.9	-

Tab. 22. — Valeurs des principaux paramètres physico-chimiques relevées à Tahiti et Moorea en 1974 et 1975.

Source : MNHN, Paris

demi-journées solaires n'a fait apparaître aucune différence notable de la photosynthèse pour des conditions atmosphériques semblables; de même nous n'avons pas noté, lors de ces comparaisons, de baisse de la capacité photosynthétique ou «afternoon depression» au cours de l'après-midi (EPPLEY et STRICKLAND, 1968).

Les mesures de productivité fractionnée étaient destinées à préciser la part prise par le nannoplancton dans la production de matière carbonée et, dans ce but, certains prélèvements d'eau de mer ont été filtrés sur une toile de nylon de 32 μm de vide de maille destinée à séparer le nannoplancton du microplancton. Le nannoplancton, ainsi recueilli, était mis à incuber *in situ* dans les mêmes conditions qu'un échantillon de phytoplancton total prélevé au même momnt.

5.4. RÉSULTATS

5.4.1. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Les teneurs en sels nutritifs des lagons de Tiahura et de Vairao sont peu élevées et légèrement supérieures à celles de l'océan (Tableau 22, p. 248). Les concentrations en azote nitrique sont basses mais l'azote nitreux et amoniacal suppléent en partie à cette déficience; néanmoins, à l'exception de la station A de Tiahura, les concentrations en azote ne sont pas un empêchement à la croissance cellulaire comme en témoignent les rapports d'assimilation relativement élevés (CURL et SMALL, 1969). Le taux de phosphore est également bas mais comparativement plus élevé que celui de l'azote et les rapports N/P sont peu élevés; ces faibles concentrations en phosphates pourraient entraîner une baisse du taux de croissance si les apports continentaux ne venaient, à la saison des pluies, enrichir périodiquement les eaux du lagon en phosphates (Tableau 22). Cet apport en phosphates s'accompagne d'un enrichissement des eaux du lagon en silicates dont la teneur est toujours très élevée à Vairao mais beaucoup plus basse à Tiahura.

Les mesures d'oxygène dissous, réalisées *in situ* au moyen d'un appareil enregistreur (JAUBERT, comm. pers.) mettent en évidence d'importantes variations diurnes de la concentration. Ces variations sont d'autant plus importantes que les mesures sont réalisées plus près du récif frangeant ou du récif barrière. A Vairao (Carte 4, p. 168), les concentrations des eaux de surface étaient les suivantes, en juillet 1975 (les concentrations sont exprimées en ml/l pour des valeurs à saturation comprises entre 6,00 et 6,5 ml/l).

Station	6 h	12 h	18 h
A	5,20	7,20	7,83
B	5,90	7,20	7,60
C	5,60	7,50	10,40
D	-	7,60	-

Source MNHN Paris

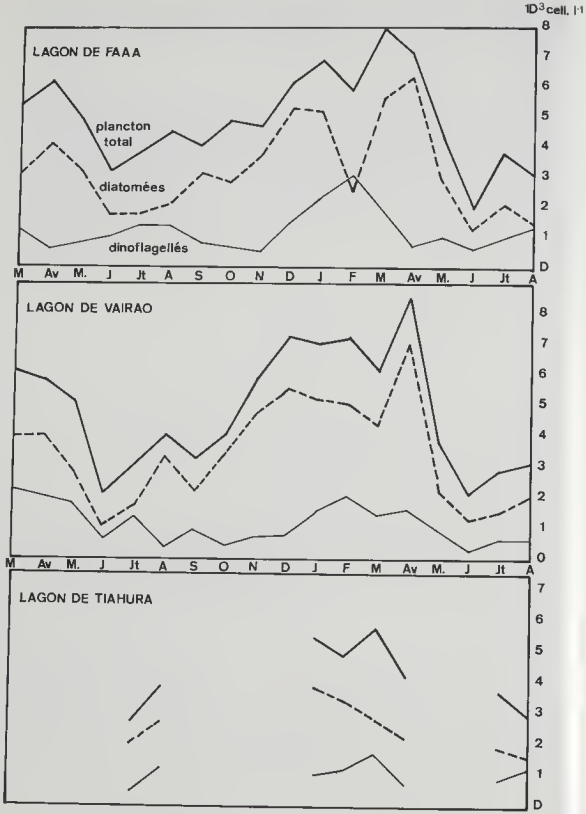


Fig. 23. — Composition qualitative des récoltes réalisées de mars 1974 à août 1975 à Tahiti (lagons de Faaa et Vairao) et à Moorea (lagon de Tiahura).

Source : MNHN, Paris

Ces variations résultent en grande partie du métabolisme des coraux et des bénitiers : elles sont comparables à celles observées sur la Grande Barrière d'Australie (KINSEY et KINSEY, 1967).

5.4.2. COMPTAGES CELLULAIRES

Les comptages cellulaires soulignent le faible nombre de cellules présentes dans les eaux des lagons : les concentrations varient de 2000 à 10000 cellules par litre et ce n'est qu'exceptionnellement que des valeurs supérieures sont atteintes. Les diatomées et les dinoflagellés composent la majeure partie des récoltes et seules, les cyanophycées, atteignent parfois également de fortes concentrations.

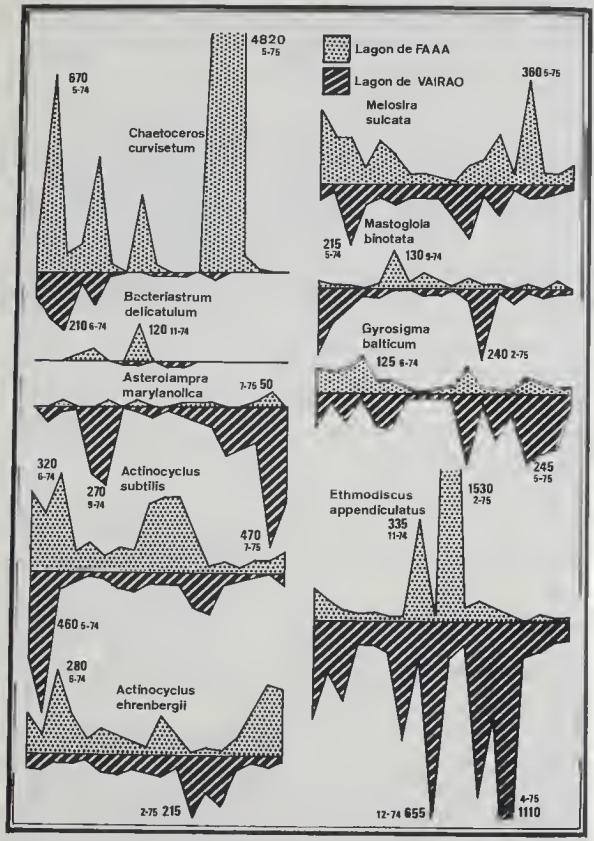
Les courbes retraçant l'évolution des concentrations en cellules végétales dans les eaux des lagons de Faaa, Vairao et Tiahura, de mars 1974 à août 1975, soulignent parfaitement ces particularités. Ces courbes présentent, à Faaa et à Vairao, des maximums identiques à la saison des pluies et des minimums bien marqués à la saison sèche. A Faaa, la courbe des diatomées suit l'évolution de celle du plancton total mais accuse une importante baisse de densité en février 1975, en raison de la forte concentration d'un dinoflagellé appartenant au genre *Exuviella*. A Vairao, la proportion de diatomées par rapport aux dinoflagellés augmente pendant la saison des pluies et la courbe des dinoflagellés présente un aspect en dents de scie provoqué par des variations secondaires, notamment de mai à octobre 1974 (Fig. 23).

Les prélèvements réalisés dans le lagon de Tiahura sont discontinus et les courbes obtenues sont incomplètes. Néanmoins, les renseignements fragmentaires qu'elles fournissent semblent indiquer la présence d'un maximum à la saison des pluies, en particulier en mars 1975, et de deux maximums à la saison sèche en 1974 et 1975.

Les récoltes sont composées en moyenne de 61% de diatomées dans le lagon de Faaa, de 67% dans celui de Vairao et de 56% dans celui de Tiahura. Le pourcentage maximum est atteint en avril 1975 à Faaa où l'on compte 4820 cellules de *Chaetoceros curvisetum* par litre, et le pourcentage minimum, soit 46% dans le lagon de Faaa, en février 1975, lors d'une petite poussée florale de *Peridinium breve* (Tableau 27, p. 256).

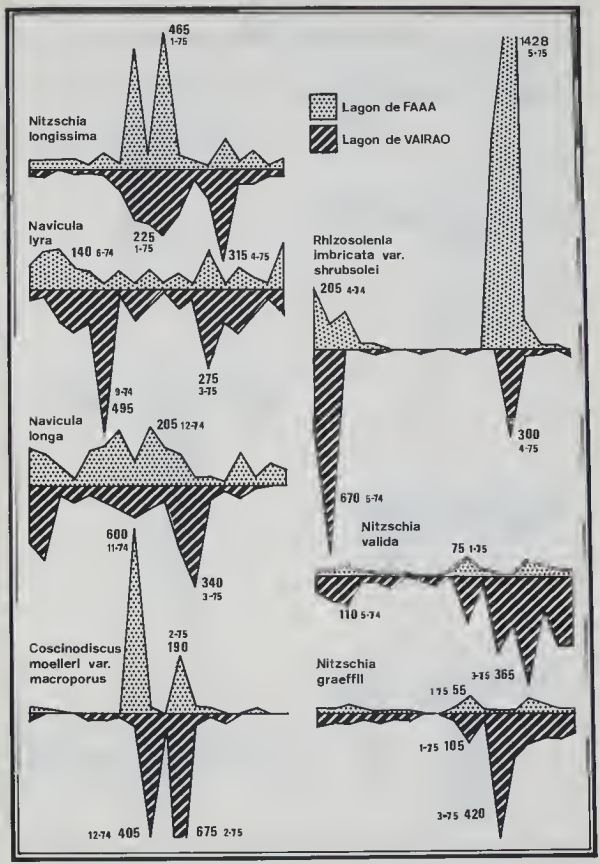
Dans le tableau 27 sont indiquées les espèces qui caractérisent certaines récoltes en raison de leurs concentrations; ces espèces se divisent en deux groupes et leurs variations quantitatives annuelles sont figurées sur les diagrammes des tableaux 24, 25 et 26 (p. 252, 253 et 254). Les espèces du premier groupe sont présentes toute l'année dans les eaux des lagons mais se développent particulièrement à certaines périodes; c'est le cas d'*Actinocyclus ehrenbergii, Actinocyclus subtilis, Ethmodiscus appendiculatus, Gyrosigma balticum, Melosira sulcata, Navicula longa, Navicula lyra, Nitzschia seriata, Nitzschia longissima, Surirella fastuosa* et *Trachyneis aspera*. Le deuxième groupe se compose de diatomées

Source MNHN Paris



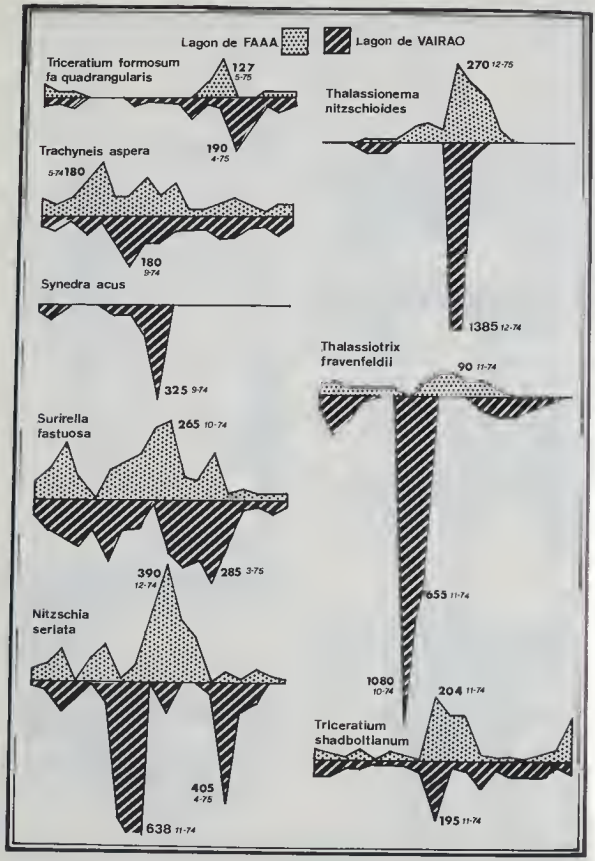
Tab. 24. — Variations quantitatives des principales espèces dominantes dans les lagons de Faaa et de Vairao.

Source MNHN Paris



Tab. 25. — Variations quantitatives des principales espèces dominantes dans les lagons de Faaa et de Vairao.

Source : MNHN, Paris



Tab. 26. — Variations quantitatives des principales espèces dominantes dans les lagons de Faaa et de Vairao.

Source : MNHN, Paris

qui sont la plupart du temps absentes des récoltes et qui apparaissent soudainement à une ou plusieurs reprises pendant l'année, forment pendant un ou plusieurs mois d'abondantes colonies, puis disparaissent aussi soudainement qu'elles sont apparues : ce groupe se compose de *Chaetoceros curvisetum*, dont le diagramme en dents de scie est caractéristique, *Coscinodiscus moelleri* var. *macroporus*, *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolei*, *Synedra acus*, *Thalassiotrix frauenfeldii* et *Thalassionema nitzschioides*. La comparaison des diagrammes de Faaa et de Vairao met en évidence une certaine similitude dans l'évolution saisonnière de chaque espèce, mais également un décalage et, ou un amortissement des phénomènes d'un lagon par rapport à l'autre.

Les dinoflagellés entrent pour 22% dans la composition moyenne des récoltes de Faaa et de Vairao, et pour 25% dans celle du lagon de Tiahura. Le pourcentage le plus bas, 7%, a été relevé en avril 1975 dans une récolte de Vairao particulièrement riche en *Chaetoceros curvisetum*, et le pourcentage le plus élevé, soit 50%, en février 1975 dans le lagon de Faaa à un moment où la densité de *Peridinium breve* atteignait 2400 cellules par litre. Les genres suivants sont bien représentés dans les trois lagons : *Ceratium*, *Cerratocorys*, *Dinophysis*, *Exuviella*, *Goniodoma*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Oxytoxum*, *Ornithocercus*, *Peridinium*, *Podolampas*. A certaines périodes de l'année, le pourcentage des dinoflagellés approche ou dépasse celui des diatomées en raison de la forte densité de certaines espèces : *Exuviella* sp. en janvier à Tiahura, *Peridinium ovum* en juillet 1974 et en mars 1975 à Vairao, *Ceratium teres* en août 1974 à Faaa, *Gonyaulax polygramma* en décembre 1974 à Faaa et *Peridinium breve* en janvier 1975 à Faaa.

Les Cyanophycées, Silicoflagellés et Coccolithophoridés représentent 1% à 35% des récoltes, selon l'abondance des Cyanophycées : 12% en décembre 1975 à Vairao (83% d'*Oscillatoria*), 31% en avril 1975 à Tiahura (96% de *Spirulina*) et 17% en octobre 1974 à Faaa (92% d'*Oscillatoria*). Le genre *Lyngbya* est également bien représenté dans les eaux des trois lagons mais son pourcentage reste faible.

DISCUSSION

Les eaux des lagons de l'Archipel de la Société sont quantitativement très pauvres puisque les valeurs relevées à Faaa et Vairao oscillent entre 1860 et 9820 cellules par litre. Les densités maximales observées sont de 13840 cellules par litre dans le lagon de Vairao en avril 1975 et de 55200 cellules par litre dans le lagon ouest de l'île de Tahaa (Iles sous le vent; carte 3, p. 162) en avril 1975, au cours d'une floraison de *Rhizosolenia imbricata*. Les eaux océaniques ne présentent pas de variations saisonnières aussi marquées que celles des lagons, mais elles sont tout aussi pauvres puisque les densités sont comprises entre 1700 et 5000 cellules par litre.

La majorité des cellules dénombrées dans les lagons appartient aux diatomées et aux dinoflagellés nus et cuirassés; la plus faible part est composée de silicoflagellés et de coccolithophoridés, mais il est vraisemblable que de nombreuses

Source MNHN, Paris

MOIS	LAGON DE FAAA	LAGON DE VAIRAO	LAGON DE TIAHURA
MARS 1974	5060 *Gyrosigma balticum* D :2800 C : 150 P :1050 CY: 800 SI: 60 CO: 200	4280 *Rhizosolenia imbricat.v.shrub.* D :2230 C : 50 P :1800 CY: 200 SI: 50 CO: 40	
AVR. 1974	6120 *Ethmodiscus appendiculatus* D : 4100 C : 40 P : 630 CY: 600 SI: 50 CO: 710	5840 *Chaetoceros curvisetus* D :3930 C : 150 P : 930 CY: 520 SI: 160 CO: 150	
MAI 1974	4930 *Ethmodiscus appendiculatus* D :3200 C : 200 P : 650 CY: 820 SI: 240 CO: 20	4860 *Actinocyclus subtilis* D :2830 C : 460 P :1230 CY: 340 SI: 0 CO: 0	
JUIN 1974	3220 *Surirella fastuosa* D :1870 C : 250 P : 730 CY: 20 SI: 10 CO: 290	2150 *Actinocyclus ehrenbergii* D :1040 C : 210 P : 620 CY: 180 SI: 80 CO: 20	
JUIL. 1974	3820 *Chaetoceros curvisetum* D :1830 C : 200 P :1260 CY: 30 SI: 190 CO: 310	3060 *Asterolampra marylandica* D :1640 C : 20 P :1210 CY: 0 SI: 10 CO: 180	2660 *Nitzschia longissima* D :1970 C : 0 P : 430 CY: 260 SI: 0 CO: 0
AOUT 1974	4475 *Gyrosigma balticum* D :2180 C : 600 P : 730 CY: 500 SI: 365 CO: 100	4020 *Mastogloia binotata* D :3210 C : 0 P : 180 CY: 30 SI: 10 CO: 110	3940 *Nitzschia longissima* D :2710 C : 0 P :1100 CY: 120 SI: 10 CO: 0
SEPT. 1974	4095 *Nitzschia seriata* D :3045 C : 123 P : 762 CY: 165 SI: 0 CO: 30	3210 *Navicula longa* D :2210 C : 20 P : 750 CY: 110 SI: 20 CO: 90	
OCT. 1974	4860 *Thalassiotrix frauenfeldii* D :2910 C : 310 P : 330 CY:1310 SI: 30 CO: 140	4200 *Bacteriastrum delicatulum* D :3510 C : 190 P : 140 CY: 230 SI: 20 CO: 110	
NOV. 1974	4730 *Synedra acus* D :3790 C : 180 P : 380 CY: 370 SI: 10 CO: 520	5960 *Actinocyclus subtilis* D :4830 C : 130 P : 670 CY: 300 SI: 120 CO: 10	
DEC. 1974	6115 *Thalassionema nitzschioides* D :4360 C : 10 P :1490 CY: 110 SI: 0 CO: 210	7350 *Ethmodiscus appendiculatus* D :5650 C : 110 P : 660 CY: 880 SI: 10 CO: 40	
JANV. 1975	6990 *Coscinodisc.moelleri v.macro.* D :4240 C : 750 P :1660 CY: 330 SI: 10 CO: 0	7130 *Actinocyclus subtilis* D :5260 C : 240 P :1460 CY: 30 SI: 40 CO: 200	5730 *Synedra ulna* D :3860 C : 50 P : 910 CY: 400 SI: 10 CO: 10
FEVR. 1975	5800 *Ethmodiscus appendiculatus* D :2710 C : 510 P :2420 CY: 20 SI: 0 CO: 40	7200 *Actinocyclus subtilis* D :5130 C : 320 P :1630 CY: 20 SI: 10 CO: 90	5810 *Mastogloia crucicula* D :3410 C : 60 P :1410 CY: 800 SI: 0 CO: 170
MARS 1975	8010 *Nitzschia graeffii* D :5610 C : 110 P :1920 CY: 150 SI: 10 CO: 110	6040 *Chaetoceros curvisetum* D :3930 C : 50 P :1800 CY: 10 SI: 120 CO: 50	5730 *Nitzschia longissima* D :2890 C : 220 P :1420 CY:1050 SI: 10 CO: 140
AVRIL 1975	7260 *Ethmodiscus appendiculatus* D :6450 C : 30 P : 720 CY: 40 SI: 130 CO: 190	9820 *Chaetoceros curvisetum* D :8770 C : 10 P : 680 CY: 160 SI: 20 CO: 180	4290 *Cylindrotheca closterium* D :2200 C : 30 P : 590 CY:1350 SI: 40 CO: 80
MAI 1975	4200 *Nitzschia valida* D :2090 C : 250 P : 710 CY:1030 SI: 50 CO: 70	3960 *Melosira sulcata* D :2500 C : 80 P : 900 CY: 230 SI: 80 CO: 170	
JUIN 1975	1850 *Nitzschia valida* D :1190 C : 30 P : 530 CY: 50 SI: 10 CO: 0	2180 *Actinocyclus ehrenbergii* D :1340 C : 0 P : 270 CY: 560 SI: 0 CO: 10	
JUIL. 1975	3720 *Asterolampra marylandica* D :2010 C : 60 P : 860 CY: 140 SI: 50 CO: 600	2900 *Actinocyclus ehrenbergii* D :1560 C : 50 P : 600 CY: 590 SI: 10 CO: 90	3740 *Biddulphia pulchella* D :1930 C : 20 P : 830 CY: 110 SI: 0 CO: 30
AOUT 1975	3130 *Navicula lyra* D :1500 C : 400 P :1000 CY: 10 SI: 190 CO: 0	3800 *Triceratium shadboltianum* D :2200 C : 0 P : 750 CY: 100 SI: 0 CO: 750	2930 *Amphora dubia* D :1670 C : 180 P : 980 CY: 60 SI: 10 CO: 30

Tab. 27. — Concentrations cellulaires par litre à Faaa, Vairao et Tiahura. Le premier chiffre indique la concentration cellulaire totale et est suivi du nom de l'espèce dominante (D : diatomées; C : Cératidés; P : Péridiniens; Cy : Cyanophycées; Si : Silicoflagellés; CO : Coccolithophoridés).

Source : MNHN, Paris

cellules du nannoplancton n'ont pas été récoltées ou ont échappé aux comptages en raison de leur petite taille.

Les espèces ayant des poussées algales dans le lagon de Vairao, les présentent également la plupart du temps dans celui de Faaa, mais les floraisons sont plus ou moins marquées d'un lagon à l'autre et généralement décalées dans le temps : Les minimums de Faaa et de Vairao se placent tous deux au mois de juin 1974 et 1975; par contre, les maximums sont décalés d'un lagon à l'autre. Ces décalages et ces différences d'amplitude dans les croissances saisonnières peuvent s'expliquer par des variations asynchrones des conditions physico-chimiques.

Les courbes retraçant l'évolution saisonnière des populations de dinoflagellés montrent des variations mensuelles plus marquées que pour les diatomées car les espèces se succèdent beaucoup plus rapidement dans le temps.

Les densités de diatomées et dinoflagellés dans les eaux des lagons de Faaa et de Vairao sont sensiblement égales entre elles mais supérieures à celles relevées dans le lagon de Tiahura, particulièrement au cours des mois de mars et d'avril. La comparaison des compositions qualitatives et quantitatives des récoltes effectuées dans les lagons de Tahiti et de Moorea met en évidence la plus forte proportion de diatomées planctoniques et de dinoflagellés dans les eaux du lagon de Tiahura : ceci confirme l'influence océanique, plus marquée sur ce lagon que sur ceux de Faaa ou de Vairao.

5.4.3. CHLOROPHYLLE A

Au cours de l'année, les concentrations en chlorophylle a des trois lagons subissent des variations importantes allant du simple au décuple; les concentratins les plus élevées ont été relevées, au mois d'avril, dans le lagon de Vairao (0,25 mg chl.a m^{-3}) et les plus faibles dans celui de Tiahura en août 1975 (0,02 mg chl.a m^{-3}) (Tableau 28, p.).

Pendant l'hiver austral, les concentrations moyennes en chlorophylle a des eaux des lagons de Tahiti et de Moorea sont faibles et reflètent les conditions oligotrophes du milieu à cette période de l'année : 0,04 mg m^{-3} à Tiahura, 0,08 mg m^{-3} à Faaa et à Vairao. Les valeurs mesurées aux stations D océaniques indiquent que le taux de chlorophylle a est, à Tahiti, du même ordre que celui des eaux du lagon, tandis qu'à Moorea les concentrations en chlorophylle a des eaux de la frange océanique sont nettement supérieures à celles des eaux du lagon : 0,08 mg m^{-3}.

En avril, à la fin de la saison chaude et humide, les teneurs en chlorophylle a des eaux des lagons augmentent sensiblement alors que les eaux océaniques (station D) conservent les mêmes valeurs : 0,06 mg m^{-3} en moyenne dans le lagon de Moorea, 0,15 mg m^{-3} dans celui de Faaa et 0,16 mg m^{-3} dans celui de Vairao. Notons que ce sont surtout les concentrations des eaux superficielles qui augmentent alors que celles des eaux plus profondes restent stables : ceci

Source MNHN Paris

MESURES / STATIONS	Chl.a mg.m^{-3}	Fo/Fa	Cellules par litre	Chl.a mg.m^{-3}	Fo/Fa	Cellules par litre	Chl.a mg.m^{-3}	Fo/Fa	Cellules par litre
MOOREA TIAHURA	Juillet 1974			Avril 1975			Août 1975		
A 0m	0.07(7)	1.27	5590	0.09(2)	1.29	8040	0.08(4)	1.32	3280
B 0m	0.03(5)	1.44	2660	0.05(2)	1.31	4290	0.02(5)	1.34	2900
5m	0.03(5)	1.44	-	0.04(2)	1.27	-	0.04(5)	1.44	-
C 0m	0.03(5)	1.42	1120	0.04(2)	1.27	1180	0.03(4)	1.38	-
D 0m	0.08(7)	1.54	1690	0.08(2)	1.38	4310	0.07(2)	1.47	3720
5m	-	-	-	0.08(2)	1.42	-	0.08(2)	1.43	-
10m	0.07(4)	1.56	-	0.07(2)	1.40	-	0.07(2)	1.40	-
20m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30m	0.07(4)	1.55	-	-	-	-	-	-	-
TAHITI VAIRAO	Août 1974			Avril 1975			Juillet 1975		
A 0m	0.08(3)	1.60	4020	0.18(2)	1.66	9730	0.06(2)	1.62	3180
5m	0.06(2)	1.59	-	0.17(2)	1.63	-	0.13(2)	1.53	-
10m	-	-	-	-	-	-	0.23(3)	1.49	-
B 0m	0.09(3)	1.69	8200	0.25(2)	1.64	13840	0.11(4)	1.64	3800
5m	-	-	-	0.24(2)	1.61	-	0.17(2)	1.63	-
10m	0.09(2)	1.56	-	0.23(2)	1.61	-	0.11(5)	1.60	-
20m	-	-	-	0.07(2)	1.45	-	0.15(2)	1.60	-
30m	0.06(3)	1.54	-	0.07(2)	1.40	-	0.11(5)	1.58	-
C 0m	-	-	-	0.17(2)	1.57	7400	0.06(3)	1.44	2900
D 0m	-	-	-	0.09(2)	1.59	-	0.09(2)	1.64	4960
5m	-	-	-	0.07(2)	1.60	9640	0.09(2)	1.66	-
10m	-	-	-	0.08(2)	1.56	-	0.09(2)	1.58	-
20m	-	-	-	-	-	-	0.06(2)	1.51	-
30m	-	-	-	0.07(1)	1.47	-	0.07(2)	1.45	-
TAHITI FAAA	Août 1974			Avril 1975			Juillet 1975		
A 0m	-	-	-	0.17(2)	1.63	7260	0.08(2)	1.58	3720
5m	-	-	-	0.14(2)	1.76	-	0.08(2)	1.56	-

Tab. 28. — Teneurs en chlorophylle et concentrations cellulaires relevées dans les eaux des 3 lagons de Faaa et de Vairao (Tahiti) et de Tiahura (Moorea).

Source MNHN Paris

est particulièrement observé à la station B de Vairao, en avril 1975 (Tableau 28, p. 258).

Le rapport d'acidification Fo/Fa est le rapport entre la fluorescence d'un extrait de chlorophylle a avant acidification (Fo) et celle du même extrait après acidification par HCl (Fa) après que la chlorophylle a se soit transformée en pheophytine a par perte de son atome de Mg. Ce rapport est maximal (Fo/Fa max.) en l'absence de pheophytine a dans l'extrait, et ce rapport est égal à 1 si la pheophytine a est seule présente. Le rapport entre la chlorophylle a et un de ses produits de dégradation, la pheophytine a, donne des indications sur l'état d'une population phytoplanctonique car, plus cette population sera active, plus le rapport Fo/Fa se rapprochera de Fo/Fa max.; par contre, plus la population sera sénescente et plus ce rapport sera voisin de 1. Le rapport Fo/Fa max. varie avec les fluorimètres : il était de 1,84 pour la fluorimètre que nous avons utilisé.

Les rapports d'acidification mettent en évidence dans le lagon de Moorea, aux stations A, B et C, l'importance des pigments détritiques par rapport à la chlorophylle a, ce qui est l'indice d'une population peu active : 1,39 en moyenne en juillet 1974, 1,29 en avril 1975 et 1,37 en août 1975. Par contre les rapports d'acidification correspondant aux récoltes de Faaa et de Vairao (Tahiti) et de la station (D) extérieure au récif à Moorea soulignent la vitalité du phytoplancton : 1,61 en août, 1,57 en avril 1975 et 1,57 en juillet-août 1975.

Les teneurs en chlorophylle a des eaux des lagons de Tahiti et de Moorea sont du même ordre de grandeur que celles du lagon de l'atoll de Hao (MICHEL, 1969). Les mesures de chlorophylle a réalisées, en août 1974 et 1975, dans le lagon de l'atoll de Takapoto (archipel des Tuamotu) (SOURNIA et RICARD, 1975) indiquent une concentration moyenne de 0,10 mg m^{-3}, donc des valeurs intermédiaires entre celles des lagons de Tahiti et de Moorea.

Les concentrations mesurées aux stations océaniques D sont nettement supérieures à celles des abords extérieurs de l'atoll de Hao (MICHEL, 1969) ou de l'atoll de Takapoto (SOURNIA et RICARD, 1975) puisque les mesures, réalisées à des stations comparables aux stations D de Tahiti et de Moorea, indiquaient pour Takapoto, en août 1974 et 1975, des concentrations moyennes de 0,05 mg m^{-3}. Des dosages de chlorophylle a, réalisés en octobre au large de Moorea, faisaient état également de faibles concentrations en chlorophylle a : 0,03 à 0,05 mg m^{-3} (FORSBERGH et BROENKOW, 1965).

Dans les Hawaii, en juillet et août, les valeurs sont de 0,05 mg m^{-3} pour les stations océaniques de surface, de 0,09 mg m^{-3} pour les stations côtières de surface et de 0,08 mg m^{-3} pour les stations plus profondes : ces valeurs sont inférieures à celles de Moorea et de Tahiti (GILMARTIN et REVELANTE, 1974). A Eniwetok (Iles Marshall) en septembre les teneurs des eaux océaniques sont de 0,10 mg m^{-3} et de 0,44 à 0,98 dans le lagon (MARSHALL, 1965; GERBER et MARSHALL, 1974a). A Nosy-Bé (Madagascar) les concentrations sont maximales à la mi-avril et à la fin juin avec des valeurs atteignant 0,25 à 0,5 mg chl.a m^{-3} en surface mais seulement 0,15 mg m^{-3} en août; entre 25 et 30 mètres, ces valeurs sont de 1,5 à 3 mg m^{-3} en avril et de 0,5 à 1 mg m^{-3} en

Source MNHN, Paris

août.

DISCUSSION

Les rapports d'acidification mettent en évidence à Tiahura, et en particulier à la station littorale A, un phytoplancton sénescent chargé en pigments détritiques; au contraire, à Faaa et à Vairao, les rapports sont plus élevés et caractérisent des populations dynamiques.

La répartition verticale de la chlorophylle a présente des variations qui se répètent habituellement d'une année à l'autre pour des conditions physico-chimiques comparables. A la saison des pluies, les eaux sont très turbides et la décroissance de la teneur en chlorophylle a et des rapports d'acidification est régulière de la surface vers le fond, aussi bien dans le lagon qu'à l'extérieur de la barrière récifale. A la saison sèche, la chlorophylle a présente fréquemment, entre 5 et 20 m, une concentration maximale qui correspond aux profondeurs où les intensités d'éclairement sont optimales pour la photosynthèse : à ces profondeurs le phytoplancton est le plus actif comme l'indiquent les rapports d'acidification plus élevés. A l'extérieur du lagon, il n'a pas été possible de rechercher la présence d'un deuxième maximum qui se situe habituellement à la limite inférieure de la couche euphotique et qui s'accompagne d'une forte teneur en pigments détritiques (BOUGIS, 1974; DESROSIERES, 1971), en particulier en phéophytine a, qui se traduit par un rapport Fo/Fa voisin de 1.

Les teneurs en chlorophylle a des eaux des lagons de Tahiti et de Moorea sont faibles mais du même ordre que celles habituellement relevées dans les eaux intertropicales, cependant ces teneurs sont supérieures à celles des lagons des îles Marshall et des îles de la Ligne, exception faite de celles du lagon d'Eniwetok où elles sont équivalentes.

Les mesures de seston, réalisées en juillet et août 1975, indiquaient des valeurs dix fois plus importantes aux stations littorales qu'aux stations océaniques : 2 mg m^{-3} à la station A de Moorea mais seulement 0,3 mg m^{-3} à la station D. Les rapports seston/chlorophylle a sont élevés, 10 à 100 selon les stations considérées, et soulignent la faible importance de la biomasse phytoplanctonique par rapport à la masse totale en suspension. L'importance des particules non chlorophylliennnes résulte de l'action des eaux océaniques qui pénètrent dans le lagon en franchissant la barrière récifale et se chargent des particules arrachées à cette barrière qui viennent s'ajouter à celles rejetées dans le lagon par les rivières. A la saison des pluies la charge particulaire atteint des valeurs très élevées qui résultent de l'action des rivières en crues et des eaux de ruissellement : en mars 1972, dans le lagon de Vairao, cette charge était de 630 mg m^{-3} à l'embouchure de la rivière Vaipohe, et de 180 mg m^{-3} dans la partie centrale du lagon, face à l'embouchure de la rivière (carte 4, p. 168).

Source : MNHN, Paris

MESURES		mg C	mg C	mg C	mg C	mg C	mg C
STATIONS	PROFONDEUR	$m^{-3}j^{-1}$	$m^{-2}j^{-1}$	$m^{-3}j^{-1}$	$m^{-2}j^{-1}$	$m^{-3}j^{-1}$	$m^{-2}j^{-1}$
MOOREA TIAHURA		Juillet 1974		Avril 1975		Août 1975	
A 0m	0m75	5.7(7)	4	14.7(2)	11	7.7(3)	6
B 0m	6m	4.3(7)	27	7.9(2)	50	5.7(5)	34
5m		4.8(7)		8.6(2)		5.8(5)	
C 0m	1m	6.0(4)	6	6.0(2)	6	7.0(4)	7
D 0m	35m	13.9(2)	516	17.7(2)	495	-	-
5m		10.3(2)		17.9(2)		-	
10m		14.2(2)		18.3(2)		-	
20m		22.3(2)		15.7(2)		-	
30m		20.1(2)		13.2(2)		-	
TAHITI VAIRAO		Août 1974		Avril 1975		Juillet 1975	
A 0m	10m	15.5(3)	143	41.1(2)	376	20.9(3)	219
5m		14.0(3)		36.6(2)		23.8(3)	
10m		-		-		17.1(3)	
B 0m	30m	11.7(3)	420	58.1(2)	850	22.1(5)	430
5m		12.9(2)		50.1(2)		21.1(5)	
10m		16.7(2)		37.1(2)		18.5(5)	
20m		14.3(3)		13.5(2)		10.8(5)	
30m		8.6(3)		7.7(2)		6.3(5)	
C 0m	1m	-	-	-	-	12.0(3)	12
D 0m	30m	-	-	-	-	22.7(2)	480
5m		-		-		19.4(2)	
10m		-		-		20.9(2)	
20m		-		-		10.5(2)	
30m		-		-		9.5(2)	
TAHITI FAAA		Août 1974		Avril 1975		Juillet 1975	
A 0m	5m	-	-	44.1(2)	217	15.4(2)	80
5m		-		42.7(2)		16.5(2)	

Tab. 29. — Valeurs de la Production Primaire journalière à Tahiti (lagons de Faaa et de Vairao) et à Moorea (lagon de Tiahura).

Source MNHN Paris

5.4.4. CARBONE 14

Les mesures d'assimilation du ^{14}C mettent en évidence d'importantes variations saisonnières au sein d'un même lagon et soulignent les différences de productivité entre les lagons de Tahiti et de Moorea d'une part, et entre le lagon et l'océan d'autre part. (Tableau 29, p. 261).

A Moorea, les mesures faites en juillet 1974 et août 1975, soulignent la faible productivité des stations du lagon, 5,2 à 6,5 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ en moyenne, tandis qu'en avril 1975 cette production carbonée augmente sensiblement, 9,3 mg.C $m^{-3}j^{-1}$. A la station océanique D, la production est relativement élevée et, en moyenne, identique en juillet 1974 et en avril 1975 : 16,6 mg.C $m^{-3}j^{-1}$.

La comparaison de ces différentes mesures amène les remarques suivantes :

- les eaux du lagon sont nettement moins productives que celles de la station océanique D, en particulier au cours de l'hiver austral.
- en avril, la production carbonée moyenne à la station océanique D reste inchangée par rapport à juillet alors que celle du lagon s'est nettement accrue.
- dans la frange océanique, en avril 1975, les eaux superficielles sont les plus productives mais, en juillet, les eaux plus profondes, 20 à 30 m, présentent une augmentation importante de leur production de matière carbonée.

A Vairao, la production hivernale moyenne des eaux du lagon est plus élevée qu'à Moorea, 13,4 mg.C $m^{-3}j^{-1}$, mais reste cependant inférieure à celle des eaux océaniques. En avril, à la fin de la saison des pluies, la valeur de l'assimilation carbonée augmente considérablement, 36,1 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ en moyenne, soit le double de celle des eaux du lagon de Tiahura à la même époque. A l'exemple de Moorea, les couches les plus productives du lagon de Vairao sont, en avril, les couches de surface, et, en juillet et en août, les couches plus profondes situées entre 10 et 20 mètres.

La production carbonée des eaux du lagon de Faaa est identique, en avril, à celle du lagon de Vairao, 43,4 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ en moyenne, mais lui est légèrement inférieure en juillet, 16,0 mg.C $m^{-3}j^{-1}$.

A l'exemple du lagon de Tiahura, la comparaison des différentes valeurs de l'assimilation carbonée relevées aux différentes stations de Faaa et de Vairao, permet de remarquer que :

- la production est plus forte en avril, après la saison des pluies, que pendant la saison froide et relativement sèche.
- de même qu'à Tiahura, les eaux du récif frangeant (station A) sont autant ou plus productives que celles du lagon proprement dit :
- en hiver, les eaux océaniques sont plus riches que les eaux du lagon.

Les différences de productivité entre les lagons de Tahiti et de Moorea et entre les saisons sèches et les saisons pluvieuses sont bien plus marquées si l'on considère les valeurs journalières par unité de surface pour toute la colonne

Source : MNHN, Paris

d'eau (Tableau 29, p. 261) : à Moorea, les valeurs maximales, relevées à la station B située dans le chenal, varient de 27 à 34 mg.C $m^{-2}j^{-1}$ en hiver à 50 mg.C en août 1975; à Tahiti, la production carbonée est bien plus élevée à Faaa en avril 1975, 217 mg.C $m^{-2}j^{-1}$, qu'en juillet, 80 mg.C, mais c'est à Vairao que les valeurs les plus élevées sont atteintes avec 420 à 430 mg.C $m^{-2}j^{-1}$ en hiver et 850 mg.C en avril, à la station B.

Aux stations océaniques, les valeurs sont identiques à Tahiti et à Moorea et constantes tout le long de l'année : 480 à 516 mg.C $m^{-2}j^{-1}$.

Les rapports d'assimilation (Tableau ci-dessous), c'est-à-dire le rapport entre la production carbonée en mg.C $m^{-3}h^{-1}$ et la teneur en chlorophylle a en mg m^{-3}, fournissent de précieuses indications sur les relations entre la biomasse phytoplanctonique et la teneur des eaux en éléments nutritifs (McALLISTER, SHAH et STRICKLAND, 1964). Ces rapports d'assimilation sont relativement élevés aussi bien dans le lagon qu'à l'extérieur de la barrière : dans les lagons les rapports sont plus élevés en avril qu'en juillet et août, mais dans l'océan (station D) le rapport maximum a été relevé en juillet 1974. Dans les lagons, la valeur moyenne des rapports d'assimilation est de 7,53 ce qui classerait ces eaux, si l'on se rapporte aux valeurs indiquées par CURL et SMALL (1965) dans le cas de photosynthèse à saturation, parmi celles riches en sels nutritifs. En fait, il semblerait que les sels nutritifs apportés dans le milieu soient très rapidement utilisés par le phytoplancton puis tout aussi rapidement recyclés (PILSON et BETZER, 1973) ou renouvelés par des apports océaniques ou continentaux ce qui expliquerait que, malgré leur taux très bas, ils ne limiteraient pas la croissance du phytoplancton (GILMARTIN et REVELANTE, 1974; CURL et SMALL, 1965; HEPHER, 1962; MALONE, 1961a, b et c). Ce phénomène est particulièrement bien marqué en juillet 1974 à Tiahura (station D) et en avril et juillet 1975 dans les lagons de Faaa et de Vairao (stations A et B) où les rapports d'assimilation sont compris entre 9 et 12.

RAPPORTS D'ASSIMILATION	MOOREA			VAIRAO			FAAA	
	7-74	4-75	8-75	8-74	4-75	7-75	4-75	7-75
LAGON	3,4 à 7,0	6,7 à 7,6	4,0 à 10,3	8,1 à 6,4	7,3 à 9,2	2,4 à 9,3	11,7	8,3
OCÉAN	9,2	7,2	-	-	-	8,5	-	-

Les mesures de productivité primaire fractionnée, destinées à mettre en évidence l'importance relative du micro- et du nannoplancton, ont été réalisées en avril et juillet 1975 dans le lagon de Vairao (station B) et en juillet 1974 et avril 1975 dans le lagon de Tiahura (station A et D). La comparaison entre la production primaire globale du phytoplancton et la production primaire du nannoplancton montre que ce dernier est responsable de 70 à 90% de la production carbonée globale et que le microplancton ne participe qu'à une faible part

Source : MNHN, Paris

de cette production primaire. Ces diverses mesures de productivité fractionnée mettent l'accent sur l'importance du nannoplancton, importance qui n'est pas mise en évidence par les comptages au microscope inversé qui laissent échapper un fort pourcentage de cellules de petite taille, ce qui entraîne une sous-estimation des récoltes.

Ces observations concordent avec celles des auteurs américains qui soulignent la part prépondérante prise par le nannoplancton dans la production carbonée : 80 à 99% (MALONE, 1971a; STEEMANN-NIELSEN et JENSEN, 1957). Pour MALONE, les nannoplanctontes sont les producteurs primaires les plus importants du domaine néritique et océanique, et la part du microplancton n'est pas plus importante dans les eaux eutrophes que dans les eaux oligotrophes en raison du broutage par le zooplancton. Nous n'avons que peu d'informations sur les régions dont la production primaire microplanctonique prévaut sur celle du nannoplancton, cependant ce type de communauté phytoplanctonique a déjà été signalé par DIGBY (1953) et SUBRAHMANYAN et SARNA (1965).

DISCUSSION

Aux stations D de Tahiti et de Moorea, les valeurs de juillet et d'avril sont semblables et relativement élevées : elles mettent en évidence la stabilité des eaux de la frange océanique par opposition à celles du lagon, plus assujetties aux influences continentales et saisonnières. La constance et le haut niveau de la production carbonée de D peut s'expliquer par la présence proche de la passe et par une résultante du phénomène des flux (GLYNN, 1973; ODUM et ODUM, 1955; MARSHALL, 1965) : les eaux océaniques pénètrent dans le lagon en franchissant la barrière récifale et se chargent alors de particules organiques et minérales qui forment un pseudoplancton (GERBER et MARSHALL, 1974a et b; JOHANNES, 1967, 1974) provenant du lessivage des fonds sableux, des massifs coralliens, des algues benthiques riches en aggrégats muqueux ou «mucus flocs» (COLES et STRATHMAN, 1973) et des faeces émises par les tridacnes (RICARD et SALVAT, 1977). Ces eaux, riches en sels nutritifs et en débris organiques, sont ensuite emportées hors du lagon par les courants sortants et se mélangent aux eaux oligotrophes de l'océan qu'elles enrichissent tout en formant autour de l'île une ceinture de productivité plus élevée que celle de l'océan environnant. Faute d'embarcation adaptée à ce travail, il ne nous a pas été possible de faire des mesures de productivité au large de Moorea afin d'essayer de mettre en évidence un phénomène d'«island mass effect» (DOTY et OGURI, 1956; JONES, 1962; GILMARTIN et REVELANTE, 1974; SANDER et STEVEN, 1974).

Les mesures faites dans les lagons de Tiahura (Moorea) et Faaa et Vairao (Tahiti) montrent un net accroissement de la productivité primaire à la fin de la saison des pluies, au cours du mois d'avril, spécialement à Vairao (RICARD, 1976a). Ces valeurs élevées sont à mettre directement en parallèle avec les apports d'eaux douces et de matières en suspension drainées sur le sol des îles par les eaux de pluies qui ruissellent et sont rejetées par les rivières dans les lagons. Cet enrichissement en particules organiques, sels nutritifs et oligo-élé-

Source : MNHN, Paris

ments s'accompagne d'un apport de particules terrigènes qui entraînent une augmentation de la turbidité et une stratification des masses d'eau : les eaux superficielles plus riches en sels minéraux mais de salinité plus faible se répartissent entre la surface et 10 m de profondeur au-dessus des couches plus denses en raison de leur plus forte salinité. Cette stratification des eaux, accompagnée d'un accroissement de la turbidité à une période où l'importance de la couverture nuageuse entraîne une diminution du nombre d'heures d'ensoleillement, explique la richesse des eaux de surface et la plus faible productivité des eaux sous-jacentes.

La productivité des lagons se maintiendra à un niveau élevé aussi longtemps que les apports fluviatiles enrichiront les eaux mais, après la saison des pluies, le stock de sels nutritifs ne sera que partiellement renouvelé par les cours d'eau à l'étiage et les divers cycles de reminéralisation des composés organiques : la production primaire reviendra alors à sa valeur minimale.

Afin de comparer la production carbonée des différentes stations de l'archipel de la Société avec celle des autres écosystèmes coralliens, nous avons brièvement indiqué ci-après la méthodologie utilisée et les résultats obtenus dans la zone intertropicale des trois océans :

OCÉAN PACIFIQUE

Archipel de la Société, Polynésie Française

Iles de Tahiti et de Moorea - méthode : ^{14}C, *in situ* (RICARD, 1976; SOURNIA et RICARD, 1976b) : 4,3 à 58,1 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans le lagon (4,3 à 850 mg.C $m^{-2}j^{-1}$) et 9,5 à 22,7 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans l'océan (480 à 516 mg.C $m^{-2}j^{-1}$).

Archipel des Tuamotu, Polynésie Française

Atoll fermé de Takapoto - méthode : ^{14}C, *in situ* (SOURNIA et RICARD, 1975, 1976a) : 4 à 31 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans le lagon (19 à 395 mg.C $m^{-2}j^{-1}$), 3 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ environ dans l'océan.

Archipel des Lau, Iles Fiji

Ile de Lakeba - méthode : ^{14}C, *in situ* (RICARD, 1977b) : 9,6 à 28,6 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans le lagon (26 à 190 mg.C $m^{-2}j^{-1}$) et 15,3 à 18,7 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans l'océan.

Archipel des Hawaii

méthode : ^{14}C, *in situ* simulé (DOTY et OGURI, 1956; GILMARTIN et REVELANTE, 1974) : 1,1 à 50,4 mg.C $m^{-3}j^{-1}$, les valeurs les plus fortes ont été mesurées près du littoral.

Archipel des Marshall

Atoll de Rongelap - méthode : oxygène, *in situ* (SARGENT et AUSTIN, 1949) 5 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans le lagon et dans l'océan (200 mg.C $m^{-2}j^{-1}$ dans l'océan).

Atoll d'Eniwetok - *id.* : 2 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ dans le lagon.

Source MNHN Paris

OCÉAN ATLANTIQUE

Ile de Porto-Rico - méthode : oxygène, *in situ* (GLYNN, 1973) : 0,1 à 0,2 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ près du littoral.

OCÉAN INDIEN

Ile de Madagascar
méthode : ^{14}C, *in situ* simulé (MAESTRINI et PIZZARO, 1966) : 67,2 à 46,8 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ près du littoral et dans l'océan.
méthode : ^{14}C, *in situ* (SOURNIA, 1968b et c, 1972b) : 60 à 31 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ près du littoral et dans l'océan (400 à 900 mg.C $m^{-2}j^{-1}$).

- La production primaire des eaux des lagons et de la frange océanique de Tahiti et de Moorea est semblable à celle mesurée dans les autres écosystèmes récifaux comparables comme les îles Fiji ou les îles Hawaii, supérieure à celle des lagons d'atolls ouverts ou fermés, mais inférieure à celle mesurée dans l'océan indien, à Madagascar.

- La production par unité de surface met en évidence la pauvreté des lagons peu profonds comme celui de Tiahura, à Moorea : elle est inférieure à celle de l'océan environnant et s'apparente aux valeurs mesurées à Porto-Rico ou aux îles Fiji. Tout au contraire, l'assimilation carbonée atteint des taux relativement élevés dans les lagons profonds comme celui de Vairao, à Tahiti, où la production est supérieure à celle des stations de la frange océanique des îles de la Société mais également supérieure à la production des diverses stations étudiées dans les archipels précités.

5.5. CONCLUSIONS

La comparaison des mesures effectuées dans les lagons de Tahiti et de Moorea souligne la forte productivité des lagons de Vairao et de Faaa par rapport à celle du lagon de Tiahura, particulièrement à la fin de la saison des pluies lorsque la concentration en sel dissous et plus particulièrement en silicates devient beaucoup plus élevée à Vairao qu'à Tiahura : en avril 1975 les valeurs maximales sont de 14,7 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ à Tiahura, de 58,1 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ à Vairao et en août 1975 de 7,7 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ à Tiahura et de 23, 8 mg.C $m^{-3}j^{-1}$ à Vairao. Cette différence entre la productivité des lagons des deux îles s'accentue si l'on compare les valeurs intégrées par unité de surface puisque la productivité de Vairao est alors deux cents fois plus forte que celle de Tiahura : 850 mg.C $m^{-2}j^{-1}$ en avril 1975 à Vairao mais seulement 40 mg.C $m^{-2}j^{-1}$ à Moorea.

La teneur en chlorophylle des eaux de Tahiti est une et demie à trois fois supérieure à celle de Moorea; les rapports d'acidification soulignent la vitalité du phytoplancton de Faaa et de Vairao tandis que celui du lagon de Tiahura a un taux de renouvellement plus lent ainsi que le prouve la quantité élevée de pigments détritiques présents dans ses eaux.

Source : MNHN, Paris

Les comptages indiquent une concentration cellulaire plus forte à Faaa et Vairao qu'à Tiahura, cependant une différence de 1000 à 2000 cellules sur un total de 5000 ou 10000 n'est absolument pas significative mais tendrait à prouver qu'un grand nombre de cellules de petite taille appartenant au nannoplancton ont échappé à la récolte ou au dénombrement. Les expériences de productivité réalisées avec du plancton fractionné par filtration révèlent que l'activité du nannoplancton représente 70 à 90% de la production primaire totale : la prépondérance du nannoplancton sur le microplancton résulte vraisemblablement de sa faible constante de demi-saturation qui permet aux cellules de petite taille ayant un taux de croissance élevé, de fixer plus facilement l'azote nitrique et amoniacal dans les eaux pauvres en sels nutritifs.

L'augmentation de la productivité des eaux des lagons durant le mois d'avril est à mettre en parallèle avec l'accroissement des apports organiques et minéraux déversés dans les lagons, à la saison des pluies. Ces apports entraînent une turbidité plus importante des eaux, une élévation de la teneur en sels nutritifs et, à la suite des pluies diluviennes, une desalure de la couche superficielle et une stratification des eaux du lagon : tous ces facteurs expliquent que les eaux de surface aient une teneur en chlorophylle a et une productivité plus élevée que les eaux sous-jacentes. A la saison sèche, la charge particulaire est plus faible et les eaux comprises entre 5 et 20 mètres de profondeur contiennent plus de chlorophylle a et sont biologiquement plus actives que les eaux de surface, cependant, cela ne se traduit pas par une augmentation correspondante de la productivité primaire dont le maximum se situe habituellement dans les 10 premiers mètres de la couche euphotique.

Les mesures de production carbonée réalisées en Polynésie française et plus particulièrement dans les îles du Vent de l'archipel de la Société prouvent que même si les eaux océaniques de cette partie du globe appartiennent à la catégorie la moins productive qui soit, puisque inférieure à 100 mg.C $m^{-2}j^{-1}$ (Anonyme, 1970), certains lagons ont une productivité beaucoup plus élevée. Les eaux de Tahiti sont les plus productives de la plupart de celles qui ont été étudiées à ce jour en milieu corallien puisque des valeurs proches de 1 g.C $m^{-2}j^{-1}$ ont été relevées dans le lagon de Vairao et placent ses eaux dans la tranche inférieure des eaux eutrophes. Contrairement à ceux des îles hautes, les lagons des atolls ne sont pas fertilisés en substances minérales et organiques par les eaux de ruissellement, ce qui explique leur faible productivité; cependant, dans ces lagons, la vie animale est au moins aussi riche que dans ceux des îles hautes ce qui prouve bien que le phytoplancton est relayé par d'autres producteurs primaires plus efficaces.

Source : MNHN, Paris

Source: MNHN, Paris

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le phytoplancton des lagons de l'archipel de la Société est composé non pas de formes planctoniques au sens strict mais d'un mélange de formes benthiques, arrachées à leur substrat par diverses actions mécaniques, et de formes océaniques transportées dans les lagons par les courants marins. Les formes benthiques sont principalement des diatomées et les formes océaniques comprennent des dinoflagellés, des coccolithophoridés, des silicoflagellés et des diatomées. La proportion de formes planctoniques strictes par rapport aux formes benthiques diffère selon les lagons : elle est plus importante dans les récoltes des îles sous le Vent que dans celles des îles du Vent en raison d'une influence océanique plus marquée.

Les conditions physico-chimiques des eaux du lagon sont déterminées par l'action de divers facteurs dont les plus importants sont les poussées océaniques, qui assurent le renouvellement des eaux du lagon tout en l'enrichissant en particules organiques diverses arrachées aux récifs coralliens, et la pluviosité qui conditionne le débit des rivières dont les apports minéraux et organiques fertilisent le lagon.

Grâce aux méthodes statistiques, il a été possible de montrer que les diatomées forment des populations dominées par un petit nombre d'espèces; ces espèces présentent dans le temps des évolutions cycliques qui sont parfaitement décrites par l'indice de dominance d_4 : ces cycles se traduisent par l'évolution d'une population à faible dominance et à forte densité vers une population à faible diversité et forte dominance. L'analyse factorielle des correspondances et la classification hiérarchique ascendante ont permis de constater que, si les processus évolutifs et les éléments constitutifs sont les mêmes pour les populations de Faaa et de Vairao, les facteurs climatiques et morphologiques propres à chaque lagon provoquent la formation de deux peuplements qui s'opposent, plus particulièrement, par leurs exigences vis à vis de la température et de la pluviosité. Toutefois, les espèces de Faaa et de Vairao forment des associations communes aux deux lagons qui se répartissent en neuf groupes selon leurs exigences écologiques.

Les mesures de productivité primaire ont porté sur le plancton global et fractionné et soulignent la part prépondérante prise par le nannoplancton dont l'activité est de 3 à 4 fois supérieure à celle du microplancton. Ces mêmes mesures mettent en évidence des différences significatives entre les lagons de Tahiti et de Moorea. La productivité du phytoplancton du lagon de Tiahura est très inférieure à celle des lagons de Tahiti et en particulier à celle du lagon de Vairao dont la production carbonée maximale peut atteindre 1 g C $m^{-2} j^{-1}$. La raison de cette productivité élevée réside en partie dans la teneur en sels minéraux de ses eaux, supérieure à celle mesurée dans les autres îles ou atolls de la Polynésie.

Source MNHN Paris

La productivité du phytoplancton des lagons, en ffet, semble directement liée à l'importance des rivières dont les rejets reconstituent le stock des sels minéraux utilisés au cours de la photosynthèse; ces apports sont complétés par les divers cycles de minéralisation et par la présence d'un pseudoplancton organique, provenant de la barrière récifale, dont certains constituants sont susceptibles de présenter une certaine activité photosynthétique avant d'être recyclés. La frange océanique des deux îles présente également une productivité élevée, identique à Tahiti et Moorea et constante dans le temps : ce phénomène est vraisemblablement lié à un effet de masse insulaire qui reste à vérifier.

Les premières mesures, réalisées dans le lagon de l'atoll de Takapoto (SOURNIA, 1976) révèlent que la production primaire benthique serait au moins aussi importante que la production primaire planctonique et contribuerait efficacement à enrichir les eaux du lagon en matières carbonées. Cependant, même avec l'apport des algues benthiques, le gain réalisé est très nettement inférieur au métabolisme des organismes du lagon car il ne présente qu'une faible part de la production primaire globale (SARGENT et AUSTIN, 1949; JOHANNES *et al.*, 1972).

La comparaison entre la production annuelle estimée des Madréporaires (SARGENT et AUSTIN, 1954; ODUM et ODUM, 1955; KOHN et HELFRICH, 1957; MARGALEF, 1959) et la production annuelle du phytoplancton de trois lagons de la Polynésie met clairement en évidence la pauvreté de la production phytoplanctonique :

- Madrépores : 1 500-3 500 g C m^{-2} an^{-1}
- Phytoplancton :
  - Lagon de Tiahura (Ile de Moorea) 15 g C m^{-2} an^{-1}
  - Lagon de l'atoll de Takapoto 45 g C m^{-2} an^{-1}
  - Lagon de Vairao (Ile de Tahiti) 231 g C m^{-2} an^{-1}

Les Madrépores et les bénitiers (GOREAU, GOREAU et YONGE, 1971) élaborent une grande quantité de matière carbonée grâce à leur symbiose avec les Xanthelles et sautent ainsi une étape de la chaîne alimentaire en puisant directement leur nourriture dans le milieu. Entre le phytoplancton, maillon initial de la chaîne alimentaire, et les organismes symbiotiques, partiellement ou entièrement autotrophes, prend place un grand nombre d'organismes, libres ou symbiotiques, mal connus ou inconnus, capables de photosynthétiser la matière organique. Ces organismes, parmi lesquels figurent les microflores planctoniques et benthiques, représentent autant de sujets intéressants de recherche dont l'étude complètera la connaissance du métabolisme des écosystèmes récifaux et lagunaires.

Source MNHN Paris

REMERCIEMENTS

Ce mémoire qui expose le résultat de nos recherches sur le phytoplancton de la Polynésie Française, a pu être imprimé grâce à une bourse accordée par la fondation SINGER-POLIGNAC.

Ce travail a été réalisé dans le Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et à l'Antenne du Muséum et de l'École Pratique des Hautes Études de Moorea (Polynésie Française). Certaines de ces études s'inscrivent dans le cadre du programme UNESCO «l'homme et la biosphère» (Thème VII : Écologie et utilisation rationnelle des écosystèmes insulaires) et ont été en partie financées par le Territoire de la Polynésie Française et par le FIDES.

Le Service Mixte de Contrôle Biologique de la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires (SMCB/DIR. C. E. N.) a effectué de nombreux prélèvements et pris en charge certaines de nos missions en Polynésie dans le cadre de conventions passées entre le Muséum d'Histoire Naturelle et la DIR. C. E. N. L'échelon polynésien du Département de Protection du Commissariat à l'Énergie Atomique (D. Pr./CEA) et le Centre Océanographique du Pacifique du Centre National pour l'Exploitation des Océans (COP/CNEXO) nous ont fourni de larges facilités de travail et ont assuré toutes les mesures physico-chimiques.

Les comptages de Carbone 14 ont été réalisés à l'Institut Océanographique de Paris et les observations en Microscopie à Balayage ont été effectuées au laboratoire de Géologie du Muséum d'Histoire Naturelle. Les traitements mathématiques des données ont été exécutés au Centre Inter Régional de Calcul Électronique (CIRCE) de la Faculté des Sciences d'Orsay, grâce à des crédits du CNRS.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

AIKAWA, H., 1936 — On the diatom communities in the waters surrounding Japan. *Rec. Oceanogr. Wks. Japan* 8 : 1-159.

AGUESSE, P., 1957 — La classification des eaux poikilohalines, sa difficulté en Camargue. Nouvelle tentative de classification. *Vie et Milieu* 8(4) : 341-365.

ALLEN, W. E., 1937 — Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allan Hancock Expedition of 1936. *Hancock Pacific Exp., Scripps Instit. Oceanogr.* 3(4) : 47-59.

ALLEN, W. E., 1938 — *Id., Ibid.* 3(5) : 61-98, 15 pls.

ANGOT, M., 1961 — Vie et Économie des mers tropicales. Payot éd., Paris, 326 p., 27 fig.

ANGOT, M., 1966 — Le phytoplancton de surface pendant l'année 1964 dans la baie d'Ambaro près de Nosy-Be. *Cah. ORSTOM, Oceanogr.* 3(4) : 5-18.

ANGOT, M., 1967 — Rapports entre la concentration en chlorophylle a, le taux d'assimilation du carbone et la valeur de l'énergie lumineuse en eau tropicale littorale. *Cah. ORSTOM, Oceanogr.* 5(1) : 39-45.

ANONYME, 1972 — Atlas des ressources biologiques des Mers. F.A.O, Rome : i-vii, 1-19, 62 cartes.

BLANC, F. et LAUREC, A., 1976 — De l'heuristique au thaumaturgique en traitement des données d'écologie marine. *Cah. ORSTOM, sér. océanogr.* 14(2) : 101-107.

BENZECRI, J. P., 1973 — L'analyse des données. Dunod éd., Paris, 1248 p., 2 vol.

BOUGIS, P., 1974 — Écologie du plancton marin. I. Le Phytoplancton. Masson et Cie éd., Paris, 196 p.

CASSIE, R. M., 1961 — The correlation coefficient as an index of ecological affinities in plankton populations. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 13 : 151-157.

CASSIE, R. M., 1963 — Multivariate analysis in the interpretation of numerical plankton data. *New Zeal. J. Sci.* 6 : 36-59.

COLE, L. C., 1957 — The measurement of partial interspecific association. *Ecology* 38(2) : 226-233.

COLES, S. L. et STRATHMANN, R., 1973 — Observations on coral mucus «flocs» and their potential trophic significance. *Limnol. Oceanogr.* 18 (4) : 673-678.

CUPP, E. E., 1943 — Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bul. Scripps Instit. Oceanogr.* 5(1) : 1-238, pls 1-6, 168 text fig.

CURL, H., Jr. et SMALL, L. F., 1965 — Variations in photosynthetic assimilation ratios in natural phytoplankton communities. *Limnol. Oceanogr.* 10 (suppl.), R 67-R 73.

DANDONNEAU, Y., 1971 — Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. I. Groupe d'espèces associées. *Cah. ORSTOM, Oceanogr.* 9(2) : 247-266.

DEACON, G. E. R., 1933 — A general account of the hydrology of the south Atlantic ocean. *Discovery Rep.* 7 : 171-238.

DESROSIERES, R., 1969 — Surface macrophytoplankton of the Pacific ocean along the Equator. *Limnol. Oceanogr.* 14(4) : 626-632.

DESROSIERES, R., 1971 — Quelques stations de phytoplancton entre les îles Tuamotu et les îles Marquises (océan Pacifique central). *Cah. ORSTOM, Oceanogr.* 9(2) : 119-124.

DESROSIERES, R. et WAUTHY, B., (1972) 1973 — Distribution du phytoplancton et structure hydrologique dans la région des Tuamotu (océan Pacifique central). *Cah.*

Source MNHN Paris

ORSTOM, Oceanogr. 10(3) : 275-287.

DIGBY, P. S. B., 1953 — Plankton production in Scoresby Sound, East Greenland. *J. Anim. Ecol.* 22 : 289-322.

DOTY, M. S. et OGURI, M., 1956 — The island mass effect. *J. Cons. perm. Int. Explor. Mer.* 22(1) : 33-37.

DUFOUR, P., 1972 — Contribution à la connaissance des possibilités et limites de la méthode de dosage des pigments du phytoplancton. *Doc. Scient. Pointe-Noire, ORSTOM* 24, 24 p.

EPPLEY, R. W. et STRICKLAND, J. D. H., 1968 — Kinetics of marine phytoplankton growth. *Adv. Microbiol. Sea* 1 : 23-62.

FORSBERGH, E. D. et BROENKOW, W. W., 1965 — Oceanographic observations from the eastern Pacific ocean collected by the R/V Shoyo Maru, October 1963-March 1964. *Interam. Trop. Tuna Comm. Bull.* 10(2) : 83-237.

FRONTIER, S., 1969 — Méthodes d'analyse statistique applicables à l'écologie du plancton. *ORSTOM, Centre de Nosy-Be, Doc. scientif. n° 7* : 1-33.

FRONTIER, S., 1974 — L'analyse factorielle est-elle heuristique en écologie du plancton ? *Cah. ORSTOM, Océanogr.* 12(1) : 77-81.

GASSE, F., 1975 — L'évolution des lacs de l'Afar Central (Éthiopie et TFAI) du plio-pléistocène à l'actuel. Thèse d'État, Univ. Paris VI, 405 p., 2 annex., manusc.

GERBER, R. P. et MARSHALL, N., 1974a — Ingestion of detritus by the lagoon pelagic community at Eniwetok atoll. *Limnol. Oceanogr.* 19(5) : 815-824.

GERBER, R. P. et MARSHALL, N., 1974b — Reef pseudoplankton in lagoon trophic systems. *In : Proc. 2nd Int. coral reef symp.*, edited by A. M. Cameron and the Great Barrier Reef Committee, Brisbane : 105-107.

GILMARTIN, M. et REVELANTE, N., 1974 — The «island mass» effect on the phytoplankton and primary production of the Hawaiian islands. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 16(2) : 181-204.

GLYNN, P. W., 1973 — Ecology of a caribbean coral reef. The Porites reef-flat biotope : Part II. Plankton community with evidence for depletion. *Mar. Biol.* 22(1) : 1-21.

GORDON, M. S. et KELLY, H. M., 1962 — Primary productivity of an Hawaiian coral reef : a critique of flow respirometry in turbulent waters. *Ecology* 43(3) : 473-480.

GORDON, D. C. Jr., 1971 — Organic carbon budget of Fanning Island lagoon. *Pac. Sci.* 25(2) : 222-227.

HASLE, G. R., 1959 — A quantitative study of phytoplankton from the equatorial Pacific. *Deep-Sea Res.* 6 : 38-59.

HASLE, G. R., 1960 — Phytoplankton and ciliate species from the Tropical Pacific. *Skr. Norske Vid. Ak., Oslo I : Mat. Naturv. Kl.* 2 : 1-50.

HENDEY, N. I., 1937 — The plankton diatoms of the southern seas. *Discovery Rep.* 16 : 1-151.

HEPHER, R., 1962 — Primary production in fishponds and its application to fertilization experiments. *Limnol. Oceanogr.* 7 : 1-136.

HULBURT, E. M., 1963 — The diversity of phytoplanktonic populations in oceanic, coastal and estuarine regions. *J. Mar. Res.* 21(2) : 81-93.

HUSTEDT, F., 1953 — Die Systematik der Diatomeen und ihre Beziehungen zur Geologie und Oekologie nebst einer Revision des Halobiens-Systems. *Svensk Bot. Tidskrift* 47(4) : 509-519.

HUSTEDT, F., 1957 — Die Diatomeenflora des Flussystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abh. Nat. Ver. Bremen* 34 : 18-440.

Source : MNHN, Paris

IBANEZ, J., 1973 – Méthode d'analyse spatio-temporelle du processus d'échantillonnage en planctologie, son influence dans l'interprétation des données par l'analyse en composantes principales. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 49(2) : 83-111.

IBANEZ, J., 1974 – Une cotation d'abondance réduite à trois classes : justification de son emploi en analyse en composantes principales. Mise en œuvre et intérêt pratique en planctologie. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 50(2) : 185-198.

ILTIS, A., 1974 – La phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad). Thèse d'État, Univ. Paris VI, 312 p., manusc.

JAMBU, M., 1975 – Programme général de construction de classifications hiérarchiques ascendantes. *Publ. Lab. Statist. Math.*, Univ. Paris VI : 95 p.

JOHANNES, R. E., 1967 – Ecology of organic aggregates in the vicinity of a coral reef. *Limnol. Oceanogr.* 12(2) : 189-195.

JOHANNES, R. E., 1974 – Sources of nutritional energy for reef corals. *In : Proc. 2nd Int. coral reef symp.*, edited by A. M. Cameron and the Great Barrier Reef Committee, Brisbane : 133-137.

JOHANNES, R. E., and 22 authors, 1972 – The metabolism of some coral reef communities : a team study of nutrient flux at Eniwetok. *Biosci.* 22(9) : 541-543.

JONES, E. C., 1962 – Evidence of an island effect upon the standing crop of zooplankton near the Marquesas Islands, central Pacific. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 27(3) : 223-231.

KANWISHER, J. K. et WAINWRIGHT, S. A., 1967 – Oxygene balance in some reef corals. *Biol. Bull.* 133 : 378-390.

KARSTEN, G., 1907 – Das indische Phytoplankton nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition, 1898-99. *Wiss. Ergebn. Tiefsee-Exped. «Valdivia», 1898-99.* Bd. II (2) : 221-544, Taf. 35-54.

KINSEY, D. W. et KINSEY, B. E., 1967 – Diurnal changes in oxygen content of the water over the coral reef platform at Heron I. *Aust. J. Mar. Frehwat. Res.* 18 : 23-34.

KOHN, A. J. et HELFRICH, P., 1957 – Primary organic productivity of a Hawaiian coral reef. *Limnol. Oceanogr.* 2 : 241-251.

KOLBE, R.W., 1927 – Zur Oekologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebiets. *Pflanzenforschung* 7 : 1-146, 3 Taf.

KRASNICK, G., 1973 – Phytoplankton pigments and nutrient concentrations in Fanning lagoon. Fanning Island Exped., July-August 1972, Final Rep. 51-60.

LE BOURHIS, J., WAUTHY, B. DESROSIERES, R. et MICHEL, A., 1967 – Résultats de production primaire des croisières «Atoll» et «Brisants» du N.O. Coriolis. *Centre ORSTOM de Nouméa, Océanogr.*, Rapp., 8, 32 p., multigr.

LUND, J. W. G., KIPLING, C. et LE CREN, E. D., 1958 – The inverted microscop method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiol.* 11(2) : 143-170.

McALLISTER, C. D., SHAH, N. et STRICKLAND, J. D. H., 1964 – Marine phytoplankton photosynthesis as a function of light intensity : a comparison of methods. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 21 : 159-181.

MAESTRINI, S. et PIZZARO, M. J., 1966 – Contribution à l'étude de l'hydrologie et de la productivité primaire des eaux côtières de la région de Tuléar. *Annls. Univ. Madagascar, Sér. Sci. Techn.* 4 : 17-34.

MALONE, T. C., 1971a – The relative importance of nannoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. *Limnol. Oceanogr.* 16 : 633-639.

MALONE, T. C., 1971b – The relative importance of nannoplankton and netplankton as

Source MNHN Paris

primary producers in the California current. *Fischer. Bull., Fish Wildlife Serv. U. S.* 69 : 799-820.

MALONE, 1971c — Diurnal rhythms in netplankton and nannoplankton assimilation ratios. *Mar. Biol.* 10 : 285-289.

MANN, A., 1907 — Report on the diatoms of the «Albatross» voyages in the Pacific ocean, 1888-1904. *Contr. U. S. Nat. Herb.* 10(5), 220 p., 54 pl.

MANN, A., 1925 — Marine diatoms of the Philippine islands. *Bul. U. S. Nat. Museum*, 182 p. 39 pl.

MARGALEF, R., 1951 — Diversitad de especies en las communidades naturales. *Publ. Inst. Biol. apl.* 9 : 5-27.

MARGALEF, R., 1959 — Pigmentos asimiladores extraidos de las colonias de celentereos de los arrecifes de coral y su significado ecologico. *Investig. Pesq.* 15 : 81-101.

MARGALEF, R., 1961 — Communication of structures in planktonic populations. *Limnol. Oceanogr.* 6(2) : 124-128.

MARGALEF, R., 1966 — Analisis y valor indicator de las communidades de fitoplancton mediterraneo. *Investig. Pesq.* 30 : 429-482.

MARGALEF, R., 1967 — Some concepts relative to the organisation of plankton. *Oceanogr. Mar. Biol. ann. Rev.* 5 : 257-289.

MARGALEF, R. et GONZALEZ-BERNALDEZ, F., 1969 — Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del Mar Caribe (N. E. Venezuela). *Idem* 33(1) : 287-312.

MARSHALL, N., 1965 — Detritus over the reef and its potential contribution to adjacent waters of Eniwetok atoll. *Ecology* 46(3) : 343-344.

MARSHALL, S. M., 1933 — The production of microplankton in the Great Barrier Reef region. *Scient. Rep. Great Barrier Reef Exped.* 2(5) : 111-157.

MENHINICK, E. F., 1964 — A comparison of some species-individual diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology* 45(4) : 859-861.

MENZEL, D. W. et SPAETH, J. P., 1962 — Occurence of Ammonia in Sargasso sea waters and in rain water at Bermuda. *Limnol. Oceanogr.* 7 : 159-162.

MICHEL, A., 1969 — Plancton du lagon et des abords extérieurs de l'atoll de Muroroa. *Cah. Pacif.* 13 : 81-132.

MICHEL, A., COLIN, C., DESROSIERES, R. et OUDOT, C., (1971) 1972 — Observations sur l'hydrologie et le plancton des abords et de la zone des passes de l'atoll de Rangiroa (Archipel des Tuamotu, océan Pacifique central). *Cah. ORSTOM, Océanogr.* 9(3) : 375-402.

NEVEUX, J., 1973 — Recherches sur la chlorophylle a et la phéophytine a. Thèse 3e cycle, Univ. Paris VI, 116 p. + 9 p., manusc.

ODUM, H. T. et ODUM, E. P., 1955 — Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok atoll. *Ecol. Monogr.* 25(3) : 291-320.

OKADA, H. et HONJO, S., 1973 — The distribution of oceanic coccolithophorids in the Pacific. *Deep-Sea Res.* 20 : 355-374.

PILSON, M. E. Q. et BETZER, S. B., 1973 — Phosphorus flux across a coral reef. *Ecology* 54 : 581-588.

PETIT, P., 1972 — Étude hydrogéologique en Polynésie Française. Centre Exp. Rech. Études Bat. T. P., Paris, 378 p.

QASIM, S. Z., BHATTATHIRI, P. M. A. et REDDY, C. V. G., 1972 — Primary production of an atoll in the Laccadives. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 57(2) : 207-225.

QASIM, S. Z. et SANKARANARAYANAN, V. N., 1970 — Production of particulate matter

Source : MNHN, Paris

by the reef on Kawaratti atoll (Laccadives). *Limnol. Oceanogr.* 15(4) : 574-578.

REYNAUD-BEAUVERIE, M. A., 1936 – Le milieu et la vie en commun des plantes. Encyclopédie Biologique, R. Lechevallier éd., Paris, 237 p.

REYSSAC, J., 1966a – Quelques données sur la composition et l'évolution annuelle du phytoplancton au large d'Abidjan. *Doc. scient. prov. Centre Rech. océanogr. Abidjan* 003 : 1-31.

REYSSAC, J., 1966b – Diatomées et dinoflagellés des eaux ivoiriennes pendant l'année 1965. Variations quantitatives. *Ibid.* 010 : 1-22.

REYSSAC, J., 1969 – Mesure de la production primaire par la méthode du 14 C au large de la Côte d'Ivoire. *Ibid.* 035 : 1-19.

REYSSAC, J. et ROUX, M., 1972 – Communautés phytoplanctoniques dans les eaux de la Côte d'Ivoire. Groupe d'espèces associées. *Mar. Biol.* 13(1) : 14-33.

REYSSAC, J. et ROUX, M., 1975 – Étude statistique de l'hétérogénéité hydrologique et phytoplanctonique de la baie du Lévrier. *Annls. Inst. Océanogr.* 51(1) : 43-49.

REYSSAC, J. et ROUX, M., 1975 – Essai d'application au phytoplancton marin des méthodes statistiques utilisées en phytosociologie terrestre. *Ibid.* 51(1) : 89-97.

ROUX, G. et ROUX, M., 1967 – A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Statistique Appliquée* 15(2) : 59-72.

RICARD, M., 1970a – Premier inventaire des diatomées et des dinoflagellés du plancton côtier de Tahiti. *Cah. Pacif.* 14 : 245-254, 2 pl.

RICARD, M., 1970b – Observations sur les diatomées marines du genre *Ethmodiscus* Castracane. *Rev. Algol.* 10(1) : 56-73, 4 pl.

RICARD, M., 1974 – Étude taxonomique des diatomées marines du lagon de Vairao. I. Le genre *Mastogloia*. *Rev. Algol.* 11(1-2) : 161-178, 4 pl.

RICARD, M., 1975a – Ultrastructure de quelques *Mastogloia* (diatomées benthiques) marines d'un lagon de Tahiti. *Protistologica* 11(1) : 49-60, 4 pl.

RICARD, M., 1975b – Quelques diatomées nouvelles de Tahiti décrites en microscopie photonique et électronique à balayage. *Bull. Mus. Hist. Nat., Bot.* 23 (326) : 201-229, 4 pl.

RICARD, M., 1976a – Production primaire planctonique de trois lagons de l'archipel de la Société (Polynésie Française). *Cah. Pacifique* 19 : 383-396.

RICARD, M., 1976b – Premier inventaire des diatomées marines du lagon de Tiahura (Ile de Moorea - Polynésie Française). *Rev. Algol.*, 1977, 11(3-4) : 343-355.

RICARD, M., 1977a – Les peuplements de diatomées des lagons de l'Archipel de la Société (Polynésie Française). Thèse de Doctorat d'État, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) : 229 p., 15 pl., manusc.

RICARD, M., 1977b – Phytoplankton contribution to primary productivity in two coral reef areas of Fiji islands and French Polynesia. *Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp., Miami 1977* : 343-348.

RICARD, M. et GASSE, F., 1972 – *Ethmodiscus appendiculatus* et *Ethmodiscus gazellae* en microscopie électronique à balayage. *Rev. Algol.* 10 (4) : 312-318, 3 pl.

RICARD, M. et SALVAT, B., 1977 – Faeces of *Tridacna maxima* (Mollusca - Bivalvia), composition and coral reef importance. *Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp., Miami 1977* : 495-501.

ROGERS, J. N., EPPLEY, R. W. et Mc CARTHY, J. J., 1969 – Half saturation constants for uptake of nitrate and ammonium by marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 14(6) : 912-920.

SANDER, F. et STEVEN, D. M., (1973) 1974 – Organic productivity of an atoll. *Trans.*

Source : MNHN, Paris

am. geophys. Union 30(2) : 245-249.

SARGENT, M. C. et AUSTIN, T. S., 1949 — Organic productivity of inshore and offshore waters of Barbados : a study of the island mass effect. *Bull. mar. Sci.* 23(4) : 771-792.

SARGENT, M. C. et AUSTIN, T. S., 1954 — Biologic economy of coral reefs. *In* : Bikini and nearby atolls. Part 2. Oceanography (biologic). *Prof. Pap. U. S. Geol. Surv.* 260(E) : i-iii, 293-300.

SCHACHTER, D., 1950 — Contribution à l'étude écologique de la Camargue. *Ann. Inst. Océan. Monaco* 25, 12 p.

SCHRADER, H. J., 1972 — Proposal for a standardized method of cleaning diatom-bearing deep-sea and long-exposed marine sediments. *Beih. Nova Hedwigia* 45 : 403-409.

SEWELL, R. B. S., 1948 — The free swimming planktonic Copepoda-geographical distribution. *John Murray Expdn, 1933-34, Sci. Repts, B. M. (N. M.)* 8 : 321-592.

SILVA, E. S., 1956 — Contribuçao para o estudo do microplancton marinho de Moçambique. *Jta. Invest. Ultramar, Est. Ens. Doc.* 28 : 1-97, 14 pl.

SILVA, E. S., 1960 — O microplancton de superfície nos meses de Setembro e Outubro na estaçao de Inhaca (Moçambique). *Trabhs. cent. Biol. pisc.*, Lisboa, 28 : 1-56, 25 pl.

SMITH, S. V. et PESRET, F., 1974 — Processes of carbon dioxyde flux in the Fanning island lagoon. *Pacific Sc.* 28(3) : 225-245.

SMITH, S. V. et MARSCH, J. A. Jr., 1973 — Organic carbon production on the windward reef flat of Eniwetok atoll. *Limnol. Oceanogr.* 18(6) : 953-961.

SOKAL, R. R. et SNEATH, P. H. A., 1963 — Principles of numerical taxonomy. W. H. Freeman & Co, San Francisco : 243 p.

SOROKIN, Y. I., 1972 — Bacteria as food for coral reef fauna. *Okeanologyia* 12(2) : 195-204.

SOURNIA, A., 1966 — Premier inventaire du phytoplancton littoral de l'île Maurice. *Bull. Mus. Hist. Nat., Paris*, 2e sér., 37(6) : 1046-1050.

SOURNIA, A., 1968a — Diatomées planctoniques du canal du Mozambique et de l'île Maurice. *Mém. ORSTOM* 31, 120 p., 13 pl.

SOURNIA, A., 1968b — Quelques données nouvelles sur le phytoplancton marin et la production primaire à Tuléar (Madagascar). *Hydrobiologia* 31(3-4) : 545-560.

SOURNIA, A., 1968c — Variations saisonnières et nycthémérales du phytoplancton marin et de la production primaire dans une baie tropicale, à Nosy-Bé (Madagascar). *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 53(1) : 1-76.

SOURNIA, A., 1968d — Recherches sur le phytoplancton et la production primaire dans le canal de Mozambique. Thèse d'État, Fac. Sci. Univ. Paris, 96 p., manusc.

SOURNIA, A., 1969 — Cycle annuel du phytoplancton et de la production primaire dans les mers tropicales. *Marine Biol.* 3(4) : 287-303.

SOURNIA, A., 1970 — A checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from the Mozambique channel. *Bull. Mar. Sci.* 20(5) : 678-696.

SOURNIA, A., 1972a — Une période de poussées phytoplanctoniques près de Nosy-Bé (Madagascar) en 1971. I. Espèces rares ou nouvelles de phytoplancton. *Cah. ORSTOM, Océanogr.* 10(2) : 151-159.

SOURNIA, A., 1972b — *Id.* II. Production primaire. *Ibid.* 10(3) : 289-300.

SOURNIA, A., 1976 — Primary production of sands in the lagoon of an atoll and the role of foraminiferan symbionts. *Marine Biol.* 37 : 29-32.

SOURNIA, A. et RICARD, M., 1975 — Production primaire planctonique dans deux lagons de Polynésie Française (île de Moorea et atoll de Takapoto). *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 280, sér. D : 741-743.

Source MNHN Paris

SOURNIA, A. et RICARD, M., 1976a — Phytoplankton and primary productivity in Takapoto atoll, Tuamotu islands. *Micronesica* 11(2) : 159-166.

SOURNIA, A. et RICARD, M., 1976b — Phytoplankton and its contribution to primary production in two coral reef areas of French Polynesia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 21, 12 p.

STEEMANN NIELSEN, E., 1939 — Die Ceratien des indischen Ozeans und der ostasiatischen Gewässer, mit einer allgemeinen Zusammenfassung über die Verbreitung der Ceratien in den Weltmeeren. *Dana Rep.* 17 : 1-33.

STEEMANN NIELSEN, E. et JENSEN, E. A., 1957 — Primary oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans. *Galathea Rep.* 1 : 49-136.

STRICKLAND, J. D. H. et PARSONS, T. R., 1968 — A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* 167, 311 p. + errata.

SUBRAHMANYAN, R., 1946 — A systematic account of the marine plankton diatoms of the Madras coast. *Proc. Indian Acad. Sci.*, sec. B, 24(4) : 85-197.

SUBRAHMANYAN, R., 1958a — Phytoplankton organisms of the Arabian sea of the west coast of India. *J. Indian Bot. Soc.* 35(4) : 431-441.

SUBRAHMANYAN, R., 1958b — Ecological studies on the marine phytoplankton of the west coast of India. *Mem. Indian Bot. Soc.* 1 : 145-151.

SUBRAHMANYAN, R., 1959a — Studies on the phytoplankton of the west coast of India. Part I. *Proc. Indian Acad. Sci.*, B, 50(3) : 113-187.

SUBRAHMANYAN, R., 1959b — *Id.* Part II. *Ibid.* 50(4) : 189-252.

SUBRAHMANYAN, R. et SARMA, A. H. V., 1960 — Studies on the phytoplankton of the west coast of India. III. Seasonal variations of the phytoplankters and environmental factors. *Indian J. Fish.* 7 : 307-336.

SUBRAHMANYAN, R. et GUPTA, R. S., 1963 — Studies on the phytoplankton of the east coast of India. II. Seasonal cycle of plankton and factors affecting marine plankton production with special reference to iron content water. *Proc. Indian Acad. Sci.*, B, 61 : 12-24.

SVERDRUP, H. U., JOHNSON, M. W. et FLEMING, R. H., 1942 — The Oceans, their Physics, Chemistry and General Biology. New-York, Prentice Hall, 1087 p.

TAYLOR, D. L., 1973 — Symbiotic pathways of carbon in coral reef ecosystems. *Helgoländ. wiss. Meeresunters.* 24 : 276-283.

TRAVERS, A. et TRAVERS, M., 1965 — Introduction à l'étude du phytoplancton et des Tintinnides de la région de Tuléar (Madagascar). *Rec. Trvx. Stn. Mar. Endoume* 26(41) : 7-139.

TRAVERS, M., 1971 — Le Microplancton du Golfe de Marseille. Étude quantitative, structurale et synécologique : variations spatio-temporelles. Thèse d'État, Univ. Aix-Marseille, 2 t., 595 p.

TREGOUBOFF, G. et ROSE, M., 1957 — Manuel de Planctologie méditerranéenne. C.N.R.S. t. 1 : texte, t. 2 : planches, 587 p., 207 pl.

UTERMOEHL, H., 1958 — Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.* 9 : 1-38.

VAUGHAN, T. W., 1940 — Ecology of modern marine organisms with reference to paleogeography. *Bull. Soc. Geol. Am.* 51 : 433-468.

VON ARX, W. S., 1954 — Circulations systems of Bikini and Rongelap Islands. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 260 D : 270-273.

WOOD, E. J. F., 1961a — Studies on Australian and New-Zealand diatoms. IV. Descriptions of further sedentary species. *Trans. R. Soc. N. Z., Bot.* 88(4) : 669-698, pl. 50-56.

WOOD, E. J. F., 1961b — *Id.* The Rawson collection of recent diatoms. *Ibid.* 88(4) : 699-

Source MNHN Paris

712, pl. 50-56.

WOOD, E. J. F., 1963a — Checklist of diatoms recorded from the Indian ocean. *CSIRO, Div. Fish. Oceanogr.* 36, 311 p.

WOOD, E. J. F., 1963b — Studies on Australian and New-Zealand diatoms. VI. Tropical and subtropical species. *Trans. R. Soc. N. Z., Bot.* 2(15) : 189-218, pl. 1-4.

YENTSCH, C. S. et MENZEL, D. W., 1963 — A method for determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.* 10(3) : 221-231.

Source : MNHN, Paris

Source: MNHN, Paris

ANNEXE 1 : Liste des taxons récoltés

Colonne 1 : Fréquence de chaque taxon dans les récoltes du lagon

Colonne 2 : Fréquence de chaque taxon dans les récoltes de l'océan.

Colonne 3 : Fréquence de chaque taxon dans les récoltes d'eau douce.

TF : très fréquent	50 à 100%
F : fréquent	10 à 50%
R : rare	0 à 10%
(-) : absent	

Colonne 4 : Distribution biogéographique (d'après les travaux antérieurs).

C : cosmopolite	t : tempéré
T : intertropical	tc : tempéré chaud
A : arctique et/ou antarctique	tf : tempéré froid

Colonne 5 : Caractéristiques écologiques.

rh : euryhalin	rth : eurytherme
sh : sténohalin	sth : sténotherme
hh : hyperhalobe	eth : eutherme
eh : équihalobe	mth : mésotherme
ph : polyhalobe	oth : oligotherme
mh : mésohalobe	rph : euryphote
oh : oligohalobe	sph : sténophote
eph : euphote	mph : mésophote
oph : oligophote	

Source : MNHN, Paris

DIATOMÉES CENTRIQUES

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ACTINOCYCLUS					
ehrenbergii Ralfs	TF	R	-	C	ph, rh, rth
ehrenbergii var. *tenella* (Breb.) Hust.	F	R	-	C	rh, rth
subtilis (Greg.) Ralfs	TF	R	-	C	rh, rth
rotula Brun	R	R	-	T	eh, eth
ACTINOPTYCHUS					
adriaticus var. *pumila* Grun.	R	-	-	C	rh, rth, eth
senarius (Ehr.) Ehr.	F	R	-	C	rh, rth, eth
splendens (Shadb.) Ralfs	R	R	-	C	rh, ph, mth
undulatus (Bail.) Ralfs	F	R	-	C	rh, ph, rth, mth
ARACHNOIDISCUS					
ehrenbergii Bail. *ex* Ehr.	F	-	-	T, t	rh, sth, mth
ornatus Ehr.	R	-	-	T	rh, sth, eth
ASTEROLAMPRA					
grevillei (Wall.) Grev.	R	-	-	T, t	rh, rth, mth
marylandica Ehr.	TF	F	-	T, t	rh, rth, mth
ASTEROMPHALUS					
heptactis (Breb.) Ralfs	R	-	-	T, t	rh, eh, rth, mth
hookeri Ehr.	R	R	-	T, t	rh, rth, mth
AULACODISCUS					
amoenus Grev.	R	-	-	T, t	rh, rth, mth
kittoni var. *africana* (Cott.) Rattray	F	R	-	T, tc	rh, rth, eth
orientalis Grev.	R	R	-	T	sh, eh, rth, eth
AULISCUS					
coelatus Bailey	-	R	-	T, tc	rh, ph, mth
sculptus (Wm. Sm.) Ralfs	-	F	-	T, t	rh, rth, mth
BACTERIASTRUM					
delicatulum Cl.	F	TF	-	T, t	rh, rth
BIDDULPHIA					
aurita (Lyngb.) Breb. *ex* God. var. *aurita*	TF	R	-	C	eh, rth
aurita var. *obtusa* (Kütz.) Hust.	F	-	-	T, t	eh, rth, mth
azorica Pavil.	-	R	-	T, tc	eh, sth, eth
balaena (Ehr.) Brightw.	F	R	-	C	rh, rth, mth
edwardsii Febiger	F	R	-	T, t	rh, rth, eth
laevis Ehr.	F	-	-	C	sh, ph, rth
mobiliensis (Bail.) Grun.	R	F	-	T, t	rh, rth, mth
polymorpha (Grun.) Wolle	R	-	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
pulchella Gray	TF	F	-	T, t	rh, rth, mth
regia (Shultze) Ost.	-	R	-	tf	ph, rh, mth
reticulata Roper	TF	R	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
rhombus (Ehr.) Wm. Sm.	R	F	-	C	rh, ph, rth, mth
sinensis Grev.	R	-	-	T, t	rh, ph, rth, eth
tahitiensis Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth

Source MNHN Paris

titiana (Grun.) Grun.	F	-	-	T, tc	rh, sth, eth
tuomeyi (Bail.) Roper	F	-	-	T	sh, eh, rth, eth
CERATAULUS					
turgidus (Ehr.) Ehr.	-	R	-	T, t	sh, ph, sth, mth
CHAETOCEROS					
atlanticum Cl.	TF	TF	-	C	sh, hh, rth, mth
compressum Lauder	TF	TF	-	C	sh, hh, rth, mth
curvisetum Cl.	TF	TF	-	C	sh, ph, rth, eth
messanense Castr.	TF	TF	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
peruvianum Brightw.	TF	TF	-	C	rh, rth, eth
CHRYSANTHEMODISCUS					
floriatus Mann	TF	F	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
CLIMACODINIUM					
frauenfeldianum Grun.	-	TF	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
CORETHRON					
criophilum Castr.	-	R	-	C	rh, rth
COSCINODISCUS					
bathyomphalus Cl.	R	R	-	tf	rh, sth, oth
centralis Ehr.	R	R	-	C	ph, rh, mth
centralis var. *pacificus* Gran et Angst	-	F	-	T, t	eh, rh, eth
concinnus Wm. Sm.	R	F	-	t	eh, sth, mth
curvulatus var. *kariana* Cl. et Grun.	R	-	-	tf, A	eh, sth, oth
excentricus Ehr.	R	F	-	C	rh, rth
grani Gough	R	F	-	t	sh, eh, mth
jonesianus (Grev.) Ost.	-	R	-	T, t	rh, oh, eth
karstenii Van Land.	-	R	-	T	rh, sth, eth
marginatus Ehr.	R	R	-	C	eh, sh, rth
moelleri var. *macroporus* (Grun.) Rattr.	F	R	-	A	rh, eh, rth, oth
nitidus Greg.	TF	F	-	C	rh, rth
nodulifer A. S.	F	-	-	C	rh, mth, rth
oculus-iridis var. *borealis* (Bail.) Cl.	-	R	-	C	rh, rth
radiatus Ehr.	R	F	-	C	rh, rth
CYCLOTELLA					
comta (Ehr.) Kütz.	R	-	F	C	rh, oh, rth
meneghiniana Kütz.	R	R	-	C	rh, eh, rth, mth
neocaledonica Manguin	-	-	R	T, tc	sh, oh, eth
quadrijuncta (Schröd.) Hust.	-	-	R	t	sh, oh, mth
DITYLUM					
brightwellii (West) Grun.	F	F	-	T, t	rh, eth
ETHMODISCUS					
appendiculatus (Grun.) Ricard	TF	F	-	T	rh, eh, rth, eth
gazellae (Jan.) Hust.	F	F	-	T, t	rh, eh, rth, mth
ENDICTYA					
oceania Ehr.	F	R	-	C	rh, rth

Source MNHN Paris

EUCAMPIA					
zoodiacus Ehr.	-	F		C	eh, rth, mth
HEMIAULUS					
hauckii Grun.	F	F	-	T, t	rh, rth, eth
membranaceus Cl.	-	F	-	T, tc	eh, sth, eth
sinensis Grev.	F	F	-	T, tc	eh, sth, eth
HEMIDISCUS					
cuneiformis Rattr.	F	TF	-	T, tc	eh, rh, eth, rth
HYALODISCUS					
laevis Ehr.	R	R	-	C	rh, rth, oth
subtilis Bail.	R	R	-	C	rh, mh, rth
ISTHMIA					
enervis Ehr.	F	R	-	C	rh, rth, oth
nervosa Kütz.	R	-	-	C	rh, rth,
LEPTOCYLINDRUS					
danicus Cl.	R	F	-	C	rh, sth, mth
MELOSIRA					
dubia Kütz.	R	-	-	C	rh, oh, rth
hummii Hust.	R	-	-	t	rh, rth, eth
roeseana Rab.	-	-	F	C	rh, oh, eth
sol (Ehr.) Kütz.	R	R	-	C	rh, ph, rth
sulcata (Ehr.) Kütz.	TF	TF	-	C	eh, eth
ODONTOTROPIS					
cristata (Grun.) Grun.	R	-	-	T	eh, sth, eth
PLANKTONIELLA					
sol (Wall.) Schütt	-	F	-	T, t	eh, rth, eth, mph
PODOSIRA					
hormoides (Mont.) Kütz.	-	F	-	C	hh, rh, rth
stelliger (Bail.) Mann	F	-	-	C	ph, eh, rth
RHIZOSOLENIA					
alata Brightw. *fa alata*	R	F	-	C	eh, eth
castracanei Per.	R	F	-	T	eh, sth, eth
hebetata Bail. *fa hebetata*	-	F	-	C	eh, rth, mth
hebetata fa semispina (Hensen) Gran	R	F	-	C	eh, eth
imbricata Brightw. *fa. imbricata*	F	R	-	C	eh, sth, mth
imbricata var. *shrubsolei* (Cl.) Schröder	F	R	-	T, t	sth, mth
setigera Brightw.	R	R	-	t	rth, mth
STEPHANODISCUS					
astraea (Ehr.) Grun.	R	-	F	C	rh, oh, rth, mth
STICTOCYCLUS					
nuiensis Ricard	R	-	-	T	rh, eh, eth

Source: MNHN, Paris

THALASSIOSIRA					
subtilis (Ost.) Gran	TF	F	-	T, t	eh, rth, mth
excentrica Cl.	R	F	-	T, t	eh, rth, mth
hyalina (Grun.) Gran	F	R	-	C	rh, eh, rth, mth
TRICERATIUM					
alternans Bail.	R	-	-	C	sh, ph, rth, mth
antediluvianum (Ehr.) Grun.	R	-	-	tf	sth, mth
articum Brightw.	R	-	-	C	rh, rth
bullosum Wittney	F	-	-	T, tc	eh, rth, mth
calvescens Castr.	TF	R	-	T, t	eh, rth, eth
circulare Grun.	R	-	-	T, tc	eh, rth, eth
dubium Brightw.	F	F	-	T, tc	eh, eth
favus Ehr. *fa favus*	R	F	-	T, t	eh, rh, mth
favus fa quadrata Grun.	-	R	-	T, t	rh, hh, eth
formosum Brightw. *fa formosum*	TF	R	-	T, t	rh, rth, eth
formosum fa quadrangulare (Grev.) Hust.	F	R	-	T, t	eh, eth
formosum fa quinquelobatum (Grev.) Hust.	F	R	-	T, t	eh, eth
reticulum fa quadrangularis Hust.	F	R	-	T, t	eh, rth, eth
reticulum fa hexagonale Ricard	F	R	-	T	eh, sth, eth
reticulum Ehr. *fa reticulum*	TF	R	-	T, t	eh, rth, eth
shadboltianum Grev.	TF	R	-	T, tc	eh, rth, eth
shadboltianum var. *elongatum* Grun.	F	-	-	T, t	eh, rth, eth
spinosum Bail.	F	-	-	t	rh, rth

Source MNHN Paris

DIATOMÉES PENNÉES

ACHNANTHES					
brevipes Ag.	F	-	-	C	rh, ph, eth
brevipes var. *angustata* (Grev.) Cl.	F	-	-	C	eh, eth
brevipes var. *parvula* (Kütz.) Cl.	F	-	-	T, t	rh, rth, mth
citronella (Mann) Hust.	R	-	F	T	rh, sth, eth
dispar Cl.	-	-	R	t	sh, oh, rth, oth
inflata (Kütz.) Grun.	F	-	F	C	rh, oh, mth
inflata var. *elata* (Leud. et Fort.) Hust.	F	-	-	T, t	rh, hh, rth, mth
harrissonii Choln.	-	-	R	tc	rh, oh, rth, mth
lanceolata (Brebisson) Grun.	R	-	F	t	rh, oh, mth
longipes Ag.	R	R	-	t	rh, eh, rth, eph
östrupi (Cleve-Euler) Hust.	R	-	-	t	sh, oh, rth, mth
plönensis Hust.	R	-	-	t	oh, oth, rth
rhombica Ostr.	TF	-	-	T, t	ph, rth, oth
AMPHIPRORA					
alata (Ehr.) Kütz.	F	R	-	T, t	rh, mh, rth
alata var. *pulchra* (Bail.) Cl.	R	R	-	t	mh, rth, eth
gigantea var. *sulcata* (O'Meara) Cl.	R	R	-	T, t	eh, eth
quinquegibba Ricard	R	-	-	T	rh, ph, eth
temperei Cl.	R	-	-	T	rh, rth, eth
AMPHORA					
acuta var. *arcuata* (A. S.) Cl.	F	-	-	T, tc	eh, rth, eth
angularis Greg.	F	-	-	t	eh, rth, mth
angusta Greg. var. *angusta*	TF	-	-	C	rh, ph, eth
angusta var. *ventricosa* (Greg.) Cl.	F	-	-	C	rh, ph, rth, mth
arenaria Donk.	F	R	-	t	rh, ph, rth, mth
aspera Petit	R	-	-	T, tc	eh, sth, eth
baccata Mann	R	-	-	T, t	sh, ph, rth, mth
bigibba Grun.	R	-	-	T, t	eh, rth, eth
binodis Greg.	R	-	-	t	rh, ph, eth
cingulata Cl.	F	R	-	T, tc	rh, ph, sth, eth
coffeaeformis (Ag.) Kütz.	F	R	-	C	rh, hh, rth, mth
costata Wm. Sm. var. *costata*	F	-	-	C	rh, eh, rth, mth
costata var. *inflata* (Grun.) Per.	F	-	-	C	rh, eh, rth, mth
crassa Greg. var. *crassa*	F	F	-	C	rh, rth
crassa var. *spuria* Cl.	R	-	-	T	eh, sth, eth
cymbifera Greg.	F	-	-	t	rh, ph, rth, mth
decussata var. *briocensis* Leud. et Fort. *ex* Cl.	R	-	-	t	rh, ph, rth, mth
digitus A. S.	R	-	-	T, t	rh, rth
dubia Greg.	F	-	-	T, t	rh, rth
egregia Ehr.	R	R	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
eunotia Cl.	R	-	-	C	rh, ph, mth, oth
exigua Greg.	R	-	-	T, t	rh, ph, rth
exsecta Grun.	R	-	-	tc	rh, eth
gigantea Grun.	F	-	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
grevilleana Gregory	F	-	-	C	rh, rth
grevilleana var. *identata* Ricard	R	-	-	T	eh, eth
graeffii (Grun.) Cl.	R	-	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
granulata var. *bigibbosa* Ricard	F	-	-	T	rh, eh, eth
gruendleri Grun.	R	-	-	T, tc	rh, eh, mth
janischii A. S.	R	-	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
japonica Meister	R	-	-	T, t	rh, rth

Source : MNHN, Paris

lineolata Ehr.	R	-	-	t	rh, ph, rth, mth
longa Hust.	R	-	-	T, t	eh, rth, eth
lunula Cl.	R	-	-	T	rh, eh, sth, eth
macilenta Greg.	R	-	-	t	eh, rth, mth
mexicana A. S. var. *mexicana*	TF	-	-	T	rh, eh, sth, eth
mexicana var. *minima* Per.	R	-	-	T, t	rh, ph, rth, mth
normanii Rab.	R	-	F	t	sh, oh, rth, mth
obtusa Greg. var. *obtusa*	TF	-	-	T, t	rh, rth
obtusa var. *radula* Cl.	R	-	-	tc	rh, eh, sth, eth
obtusa var. *rectangulata* Per.	F	-	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
ostrearia Breb. *ex* Kütz. var. *ostrearia*	F	R	-	C	rh, rth
ostrearia var. *vitrea* Cl.	R	-	-	T, t	rh, rth, eth
proboscidea (Greg.) Cl.	F	-	-	T, t	rh, rth
proteus var. *oculata* Per.	R	-	-	t	rh, ph, rth, mth
rhombica Kitton	F	-	-	T, t	rh, rth
robusta Greg.	F	-	-	T, t	rh, rth
schmidtii Grun.	TF	-	-	T, tc	rh, eh, sth, eth
schmidtii var. *minor*	F	-	-	T, tc	rh, eth
schleinitzii Jan.	F	-	-	T	eh, sth, eth
securicula Per.	F	-	-	T, t	rh, ph, rth, mth
spectabilis Greg.	F	-	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
staurophora (Castr.) Cl.	R	-	-	tc	rh, sth, eth
sulcata (Bréb.) Cl.	R	-	-	T, tc	rth, eth
terroris Ehr.	F	-	-	C	rh, rth
triseriata Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
turgida Greg.	F	-	-	T, t	rh, rth, eth
ANOMOEONEIS					
serians (Bréb.) Cl.	-	-	R	C	sh, oh, rth, oth
ASTERIONELLA					
glacialis Castr.	F	R	-	C	rh, ph, rth, mth
notata Grun.	R	-	-	T, t	rh, ph, rth
AURICULA					
complexa (Greg.) Cl.	F	F	-	T, t	rh, hh, rth, mth
insecta (Grun.) Cl.	F	R	-	T, t	rh, eh, rth, mth
intermedia (Lewis) Cl.	R	-	-	T, tc	rh, hh, rth, eth
mahutchoniae Giffen	F	-	-	tc	rh, rth, eth
BACILLARIA					
paradoxa Gmelin	F	-	-	C	rh, ph, rth, mth
CALONEIS					
bacillum (Grun.) Meer.	R	-	R	t	rh, oh, rth, mth
bicuneata (Grun.) Roper	R	-	R	T, t	rh, rth,
fossilis Cleve-Euler	F	-	-	t	rh, ph, rth, mth
liber (Wm. Sm.) Cl.	F	-	-	C	rh, rth
silicula (Ehr.) Cl.	R	-	F	tf	rh, oh, rth, mth
CAMPYLODISCUS					
adriaticus var. *massiliensis* Grun.	F	R	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
biangulatus Grev.	R	-	-	T, tc	rh, eh, rth, mth
biangulatus var. *lorenzianus* (Grun.) Per.	R	-	-	tc	rh, eh, rth, mth
brightwellii Grun.	R	-	-	T	rh, ph, rth, eth
browneanus var. *rotula* (Grun.) Deby	R	-	-	T	eh, sth, eth

Source MNHN Paris

circumactus A. S.	F	-		T	sh, eh, sth, eth
decorus var. *pinnatus* Per.	TF	-	-	tc	rh, eh, mth
decorus Breb. var. *decorus*	R	-	-	t	rh, rth, mth
echeneis Ehr.	R		-	t	rh, ph, rth, mth
exilis Grun.	R	-	-	T, tc	sh, eh, sth, eth
fastuosus Ehr.	R	-	-	t	rh, ph, rth, mth
incertus A. S.	TF	-	-	T, tc	rh, hh, rth, eth
innominatus Ross et Abdin	F	-	-	t	rh, mth
intermedius Grun.	R	-	-	T, tc	eh, eth
kittonianus var. *zanzibaricus* Grun.	F	-	-	T	sh, eh, sth, eth
latus Shadbolt	TF	-	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
limbatus Breb. var. *limbatus*	R	-	-	T, tc	rh, ph, rth, mth
limbatus var. *astralis* Eul.	R	-	-	T, t	rth
pseudowallichianus Ricard	R	-	-	T	sh, eh, sth, eth
punctulatoides Ricard	F	-	-	T	sh, hh, sth, eth
ralfsii Wm. Sm.	F	-	-	T, t	eh, mth
wallichianus Grev.	F	-	-	T, tc	eh, rth, eth
CAMPYLONEIS					
grevillei (Wm. Sm.) Grun.	F	-	-	C	rh, rth
CLIMACOSPHENIA					
elangata Bailey	F	-	-	T, t	eh, eth
moniligera Ehr.	TF	F	-	T, t	eh, eth
COCCONEIS					
britannica Naegeli	TF	-	-	T, t	rh, rth
cyclophora var. *decora* A. S.	R	-	-	t	mth
dirupta Greg. var. *dirupta*	R	-	-	T, t	rh, rth
dirupta var. *flexella* (Jan. et Rab.) Grun.	R	-	-	T, tc	rh, rth, eth
distans Greg.	R	-	-	t	rh, ph, mth
heteroidea Hant. var. *heteroidea*	TF	-	-	T	eh, sth, eth
heteroidea var. *curvirotunda* (Temp. et Brun) Cl.	R	-	-	T, tc	eh, rth, eth
pellucida Hant.	TF	-	-	T, t	eh, rth, eth
placentula Ehr. var. *placentula*	F	-	TF	C	rh, oh, rth, mth
placentula var. *euglypta* (Ehr.) Grun.	F	-	TF	C	rh, oh, rth, mth
pseudomarginata Greg. var. *pseudomarginata*	TF	-	-	C	rh, rth
pseudomarginata var. *intermedia* Grun.	F	-	-	T, t	rh, rth
scutellum Ehr. var. *scutellum*	R	-	-	C	rh, rth, mth
vairaensis Ricard	TF	-	-	T	rh, ph, sth, eth
CYLINDROTHECA					
closterium (Ehr.) Reimann et Lewin	TF	F	-	C	rth
CYMATONEIS					
circumvallata Cl.	R	-	-	T, tc	eh, eth
sulcata (Greg.) Cl.	F	-	-	T, tc	eh, eth
CYMATOPLEURA					
solea (Breb.) Wm. Sm.	-	-	F	C	oh, rth
CYMBELLA					
tumida (Breb.) V. H. var. *tumida*	R	-	F	C	oh, rth
tumida var. *gracilis* Hust.	-	-	R	T	oh, sth, eth

Source MNHN Paris

DIMEREGRAMMA					
dubium (Grun.) Grun.	TF	R	-	T, tc	eh, eth
furcigerum Grun.	F	R	-	T, tc	eh, eth
minor (Greg.) Ralfs	F	-	-	t	rh, ph, rth, mth
minor var. *nana* (Greg.) V. H.	R	-	-	t	rh, ph, rth, mth
DIPLONEIS					
advena (A. S.) Cl.	R	R	-	T, tc	eh, rth, eth
bomboides (A. S.) Cl.	TF	F	-	C	rh, rth
bombus Ehr. var. *bombus*	TF	-	-	C	rh, rth
chersonensis (Grun.) Cl.	F	-	-	C	rh, rth
coffaeiformis (A. S.) Cl.	TF	-	-	t	rh, rth
crabro (Ehr.) Ehr. var. *crabro*	F	-	-	C	rh, rth
crabro var. *excavata* Hust.	R	-	-	T	sh, eh, sth, eth
crabro var. *gloriosa* (Brun) Cl.	R	-	-	T, tc	eh, sth, eth
debyi (A. S.) Cl.	F	-	-	T, tc	eh, eth
fusca (Greg.) Cl. var. *fusca*	F	-	-	t	eh, mth
fusca var. *pelagi* (A. S.) Cl.	F	R	-	T	eh, sth, eth
gemmata (Greg.) Cl.	R	-	-	T, tc	eh, rth, eth
graeffii (Grun.) Cl.	R	-	-	T	eh, sth, eth
littoralis (Donk.) Cl. var. *littoralis*	R	-	-	C	rh, rth
littoralis var. *clathrata* (Ost.) Cl.	R	-	-	A	ph, rth, oth
notabilis (Grev.) Cl.	F	-	-	T, t	rh, rth
papula (A. S.) Cl.	R	-	-	T, tc	rh, eth
smithii (Breb.) Cl.	TF	R	-	C	rh, ph, rth
splendida (Greg.) Cl.	F	-	-	C	rh, rth
subcincta (Grev.) Cl.	F	-	-	C	rh, rth
suborbicularis (Greg.) Cl.	R	R	-	T, t	rh, rth
vacillans (A. S.) Cl. var. *vacillans*	F	-	-	T, tc	rh, rth, eth
vacillans var. *renitens* (A. S.) Cl.	R	-	-	T	eh, sth, eth
EPITHEMIA					
cistula (Ehr.) Ralfs	-	-	F	t	oh, oth
turgida (Ehr.) Kütz.	-	-	R	t	oh, oth
zebra (Ehr.) Kütz. var. *zebra*	R	-	F	t	oh, oth
zebra var. *porcellus* (Kütz.) Grun.	F	-	TF	t	rh, mh, rth
EUNOTIA					
praerupta var. *bidens* Grun.	R	-	F	t	oh, oth
FRAGILARIA					
crotonensis Kit.	R	-	F	t	oh, mth
heidenii Ost.	-	-	R	t	oh, oth
meisterii (Meist.) Van Land.	R	-	-	t	oh, oth
GLYPHODESMIS					
acus Mann	R	-	-	T	rh, eth
GOMPHONEMA					
acuminatum Ehr. var. *acuminatum*	-	-	F	t	sh, oh, rth, mth
acuminatum var. *coronatum* (Ehr.) Wm. Sm.	-	-	TF	t	sh, oh, rth, mth
constrictum Ehr. var. *constrictum*	F	-	TF	t	rh, mh, mth
constrictum var. *capitatum* (Ehr.) Grun.	F	-	TF	T, t	rh, mh, rth, mth
insigne Greg.	-	-	F	t	oh, mth
parvulum (Kütz.) Kütz. var. *parvulum*	-	-	F	t	sh, oh, mth
parvulum var. *micropus* (Kütz.) Cl.	-	-	F	t	oh, mth

Source : MNHN, Paris

vaipohense Ricard	-	-	R	T	rh, oh, sth, rth
lanceolatum var. *insignis* (Greg.) Cl.	-	-	R	T, t	rh, oh, rth, eth
GRAMMATOPHORA					
gibberula Kütz.	R	R	-	T, t	rh, rth
hamulifera Kütz.	R	-	-	C	eh, rth, eth
marina (Lyngb.) Kütz. var. *marina*	TF	R	-	C	rh, rth
marina var. *tropica* (Kütz.) Cl. et Möl.	F	-	-	T, t	rh, rth, eth
oceanica Ehr. var. *oceanica*	TF	R	-	T, t	eh, eth, rth
oceanica var. *macilenta* (Wm. Sm.) Grun.	R	-	-	T, t	rh, rth
oceanica var. *subtilissima* (Bail. *ex* Ralfs) Hust.	F	-	-	T, t	rh, rth
punctata Leud. et Fort.	F	-	-	T	eh, sth, eth
serpentina (Ralfs) Ehr.	R	-	-	t	rth, mth
undulata Ehr.	F	-	-	T	eh, sth, eth
GYROSIGMA					
balticum (Ehr.) Rab.	TF	F	-	T, t	rh, ph, rth, mth
diminutum (Grun.) Cl.	F	-	-	tc	sh, eh
elegans Ricard	TF	-	-	T	eh, sth, eth
elegans var. *recurvum* Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
gibbosum Ricard	TF	R	-	T	eh, sth, eth
inflatum Ricard	TF	-	-	T	eh, sth, eth
lanceolatum Ricard	TF	-	-	T	eh, sth, eth
reversum Ricard	F	-	-	T	eh, sth, eth
spathulatum Ricard	TF	-	-	T	eh, sth, eth
spenceri (Wm. Sm.) Griffith et Henfrey	F	R	-	tc	rh, ph, eth
uncinatum Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
wansbeckii (Donk.) Cl.	R	-	-	t	rh, ph, mth
HANTZSCHIA					
amphioxys (Ehr.) Grun.	R	-	F	t	oh, rh, mth
HYDROSILICON					
mitra Brun	F	-	-	T	eh, sth, eth
LIGMOPHORA					
debyi (Leud. et Fort.) Mann	R	-	-	T	eh, sth, eth
ehrenbergii (Kütz.) Grun.	F	-	-	t, A	ph, rth
ehrenbergii fa angustata (Grun.) Grun.	F	R	-	t	ph, mth
gracilis (Ehr.) Grun.	R	-	-	t	ph, mth
grandis var. *divisa* (Kütz.) Grun.	R	R	-	C	ph, rh, rth, mth
juergensii fa elongata (Per.) Hust.	F	-	-	t	ph, mth
mediterranea Meer.	R	-	-	tc	eh, eth
paradoxa (Lyngb.) Ag.	F	-	-	t	rh, mth
pinnulata Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
LICMOSPHENIA					
clevei Meer.	R	-	-	tc	eh, eth
peragalli Meer.	R	-	-	tc	eh, eth
MASTOGLOIA					
achnanthioides Mann	F	-	-	T	eh, sth, eth
acutiuscula Grun.	TF	-	-	T, tc	eh, sth, eth
acutiuscula var. *elliptica* Hust.	R	-	-	T	ph, sth, eth
acutiuscula var. *vairaensis* Ricard	R	-	-	T	rh, eh, sth, eth
affirmata (Leud. et Fort.) Cl.	R	-	-	T	eh, sth, eth

Source MNHN Paris

angulata Lew.	F	R	-	C	eh, rth, eth
apiculata Wm. Sm.	F	-	-	T, tc	ph, rth, eth
aspera fa lanceolata Ricard	F	-	-	T	eh, sth, eth
aspera var. *crassa* Ricard	F	-	-	T	eh, sth, eth
asperuloides var. *angustatissima* Ricard	F	-	-	T	eh, sth, eth
baldjickiana Grun.	TF	-	-	T, t	eh, rth, eth
binotata (Grun.) Cl.	TF	-	-	T, t	eh, rth, eth
borneensis Hust.	R	-	-	T	eh, sth, eth
bourrellyana Ricard	R	-	-	T	rh, eh, sth, eth
citroides Ricard	R	-	-	T	rh, eh, sth, eth
citrus Cl.	TF	-	-	T, tc	rth, eth
citrus fa lanceolata Voigt	TF	-	-	tf	rh, rth
cocconeiformis Grun.	R	-	-	T	eh, sth, eth
composita Voigt	F	-	-	T	eh, sth, eth
corsicana Grun.	TF	-	-	T, tc	rh, eh, rth, eth
crucicula Grun.	TF	-	-	T, tc	eh, eth
decipiens Hust.	F	-	-	T, tc	eh, eth
decussata Grun.	F	-	-	T	sth, eth
delicatissima Hust.	R	-	-	T	eh, sth, eth
depressa Hust.	R	-	-	T	sh, rh, sth, eth
erythrea Grun.	F	-	-	T, tc	eh, rth, eth
exigua Lew.	R	-	-	C	rh, ph, rth, mth
exilis Hust.	F	-	-	T	eth
fimbriata (Bright.) Cl.	TF	R	-	T	eh, eth
gomphonemoides var. *cuneata* Meist.	R	-	-	T, tc	ph, rh, eth
grana Ricard	R	-	-	T	sh, hh, sth, eth
gregorii Ricard	R	-	-	T, t	rh, eh, rth, mth
horvathiana Grun.	TF	-	-	T, tc	eh, eth
hustedtii Meist.	R	-	-	T	eh, sth, eth
inaequalis Cl.	F	-	-	T, t	ph, rth, eth
ignorata Hust.	R	-	-	tc	eh, eth
kariana Grun.	F	-	-	C	rh, rth
kjellmanii Cl.	F	-	-	T, tc	eh, eth
lanceolata Thw.	F	R	-	C	ph, rh, rth
liaotungensis Voigt	R	-	-	T	eh, sth, eth
manokwarensis Chol.	R	-	-	T, tc	rh, oh, eth
mauritania Brun	F	-	-	T, tc	eh, rth, eth
mediterranea var. *elliptica* Voigt	R	-	-	t	eh, eth
nuiensis Ricard	R	R	-	T	eh, sth, eth
occulta Voigt	F	-	-	T	eh, sth, eth
ovalis A. S.	TF	R	-	T, tc	eh, rth, eth
ovulum Hust.	F	R	-	T, tc	eh, eth
ovum-paschale (A.S.) Mann	R	-	-	T, tc	eh, eth
peracuta Jan.	F	-	-	T	eh, eth
perfecta Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
pisciculus var. *staurophora* (Hust.) Ricard	R	-	-	T	sh, hh, sth, eth
praecincta Voigt	R	-	-	T	eh, sth, eth
pseudoasperuloides Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
pseudolatericia Voigt	R	-	-	T	eh, sth, eth
pseudoparadoxa var. *rostratiuscula* Ricard	F	-	-	T	eh, sth, eth
pulchella Cl.	F	-	-	T	eh, eth
punctatissima (Grev.) Ricard	R	-	-	T, t	rh, ph, rth, mth
pusilla var. *subcapitata* Hust.	TF	-	-	T	eh, eth
quinquecostata Grun.	F	R	-	T	rh, eh, sth, eth
rhombica Cl.	R	-	-	T, tc	rth, eth
rostrata (Wallich) Hust.	R	R	-	T	eh, eth
schmidtii Heiden et Kolbe	R	-	-	C	rh, rth

Source MNHN Paris

sigillata Voigt	R	-	-	T, tc	rth, eth
similis Hust.	R	-	-	T	eh, sth, eth
subacuta Hust.	F	-		T	eh, sth, eth
subaffirmata Hust.	F	-	-	T, tc	eh, rth, eth
sublanceolata Voigt	F	-	-	T	eh, sth, eth
sublatericia Hust	R	-	-	T	eh, sth, eth
tautirensis Ricard	F	-	-	T	rh, ph, sth, eth
tenuis Hust.	R	-	-	T	sth, eth
testudinea fa rostrata Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
undulata Grun.	F	-	-	T, tc	eh, rth, eth
varians Hust.	R	-	-	T	eh, sth, eth
NAVICULA					
abruptoides Hust.	R	-	-	T	eh, sth, eth
adumbrata Chol.	R	-	-	T, t	rh, ph, rth, eth
ambigua Ehr.	-	-	R	t	oh, mth
biformis (Grun.) Cl.	R	-	-	T	sth, eth
cancellata Donk.	R	R	-	t, A	ph, oth
clavata Greg.	F	-	-	C	rh, rth
clavata var. *venustioides* (Mer.) Amossé	F	-	-	T, tc	rth, eth
confervacea (Kütz.) Grun.	TF	R	TF	T, tc	oh, rh, eth
consors A. S.	TF	F	-	T	eh, sth, eth
cryptocephala Kütz. var. *cryptocephala*	R	-	F	t, A	rh, oh, rth, oth
cuspidata Kütz.	R	-	R	C	oh, rh, rth
digito-radiata (Greg.) Ralfs	TF	R	-	t	rh, mth
directa var. *remota* Cl.	F	-	-	C	rh, rth
disclusa Hust.	R	-	-	T	sth, eth
exigua (Greg.) Grun.	-	-	TF	tf	oh, oth
explicata Hust.	R	-	-	T, tc	eh, eth
forcipata Grev.	R	-	-	C	rh, rth
fundata Hust.	R	-	-	T	sth, eth
granulata Bail.	TF	-	-	C	rth
grevilleoides Hust.	F	-	-	T, tc	eh, eth
hennedyi fa granulata Grun.	F		-	C	rth
hennedyi var. *furcata* Per. et Per.	F	-	-	C	rth
jaernefeltioides Ricard	F	-	-	T	rh, ph, sth, eth
kariana Grun.	R	-	-	C	rh, mth
laterostrata Hust.	-	-	R	t	oh, oth
longa (Greg.) Ralfs	TF	R	-	t	rth, mth
lyra A. S.	R	-	-	C	rth, mth
lyra var. *atlantica* A. S.	R	R	-	C	rh, ph, rth, mth
lyra var. *recta* Grev.	F	R	-	C	rth, mth
lyra var. *subtypica* Hust.	R	-	-	T, t	rth, eth
lyroides Hendey	F	-	-	T, t	rh, eth
lyroides var. *sparsipuncta* Ricard	F	-	-	T	eh, sth, eth
maculosa Donk.	R	-	-	T, t	rth, eth
marina Ralfs	F	-	-	tc	eh, rh, eth, rth
menisculus Schumann	R	-	R	t	mh, mth
mutica fa intermedia Hust.	R	-	F	T	rh, mh, eth
nicobarica Grun.	R	-	-	T	eh, sth, eth
ny Cleve	R	-	-	T	eh, sth, eth
perobesa A. S.	TF	-	-	T	rh, rth
perrhombus Hust.	F	-	-	T	eh, sth, eth
plicatula Grun.	F	-	-	T, tc	eh, sth, eth
polae Heiden	F	-	-	tc	ph, eth
pupula fa capitata (Hust.) Hust.	R	-	F	t	oh, mth
pseudony Hust.	F	-	-	T, tc	sth, eth

Source : MNHN, Paris

ramosissima (Ag.) Cleve *fa ramosissima*	R	-	-	T, t	rh, ph, rth, eth
rectelineata Meister	-	-	R	t	rth, mth, oh
rhombica Greg.	R	·	-	T, t	rh, ph, rth, mth
rhombiformis Hust.	R	-	-	T	rh, mh, sth, eth
rhynchocephala Kütz.	-	-	F	t	rh, oh, mth
robertsiana fa typica Hust.	TF	R	-	T	sth, eth
robertsiana var. *cuneata* (A. S.) Amossé	F	R	-	T, t	rth, eth
rostellata Kütz.	R	-	R	t	rh, oh, rth, mth
rudis Cleve	F	·	-	T, tc	eth
seminulum Grun.	-	-	R	tf	oh, rth, mth
zosteretii Grun.	R	-	-	T, tc	eth
NITZSCHIA					
acuta Cl.	R	·	-	C	rth
amphibia Grun.	-	-	R	t	oh, rth, mth
angularis Wm. Sm.	F	·	-	t	ph, mth
angustata (Wm. Sm.) Grun.	R	·	R	t	oh, rh, rth, mth
apiculata (Greg.) Grun.	F	-	-	t	mh, rh, rth, mth
clarissima Per.	R	-	-	t	mth
curvirostris Cl.	R	·	·	T	sth, eth
constricta var. *bombiformis*	TF	F	-	C	rh, rth
delicatissima Cl.	F	F	-	t	ph, rth, mth
distans Greg.	F	R	·	T, t	ph, rth
distans var. *tumescens* Greg.	F	-	-	t	mth
graeffi Grun.	F	R	-	C	rh, rth
hantzschiana Rab.	-	-	R	t	sh, oh, mth
insignis Greg.	R	·	-	C	rh, rth
jelineckii Grun.	R	·	-	T, tc	rth, mth
littoralis Grun.	R	·	-	C	rh, ph, rth, mth
longissima (Bréb. *ex* Kütz.) Ralfs *fa longissima*	F	-	-	C	eh, rth
longissima fa parva V. H.	F	-	-	t	mth
lorenziana Grun.	TF	·	-	T, t	rh, mh, rth, mth
majuscula Grun.	TF	-	-	T, tc	rth, eth
marginulata var. *genuina* Grun.	TF	-	-	C	rh, ph, rth
marginulata var. *didyma* Grun.	TF	R	-	C	rh, ph, rth
maxima Grun.	F	-	-	T, t	rth
nicobarica Grun.	R	·	-	T	eh, sth, eth
panduriformis Greg.	F	F	-	C	rh, rth
plana Wm. Sm.	F	-	-	C	ph, rh, rth
punctata (Wm. Sm.) Grun. var. *punctata*	R	-	-	C	ph, rh
punctata var. *coarctata* Grun.	F	-	-	T, tc	eh, eth
rigida Grun.	R	-	-	T, t	rh, rth, mth
seriata Cleve	R	F	·	C	rth, mth
sigma var. *intercedens* Grun.	F	R	·	C	ph, rh, rth, mth
sigma var. *rigida* (Kütz.) Grun.	F	·	-	t	rth, mth
sigma (Kütz.) Wm. Sm. var. *sigma*	F	R	-	C	ph, rh, rth, mth
socialis Greg.	F	-	-	T, t	rh, rth
spathulata Bréb.	F	R	-	C	rh, ph, rth
subtilis (Kütz.) Grun.	R	·	-	C	rh, mh, rth, mth
tryblionella Hant.	TF	-	-	T, t	mh, rh, rth, mth
valida Cl.	TF	-	-	T, t	rth, mth
ventricosa Palmer	TF	R	·	T, tc	ph, eh, eth
vidovichii Grun.	TF	-	-	T, t	eth, mth
vitrea Norman	F	-	-	t	rh, ph, mth
weissflogii var. *glabrata* Grun.	F	-	-	T	sth, eth

Source MNHN Paris

OPEPHORA					
pacifica (Grun.) Petit	F	R	-	T	sth, eth
schwartzii (Grun.) Petit	F	-	-	T, t	rth, eth
PINNULARIA					
acrospheria Bréb.	-	-	R	C	sh, oh, rth, mth
gracilis Heiden et Kolbe	-	-	R	A	oth
streptoraphe Cl.	-	-	R	t	sh, oh
PLAGIOGRAMMA					
atomus Grev.	F	-	-	T, tc	eth
costatum Grev.	R	-	-	T	sth, eth
interruptum (Greg.) Ralfs	R	-	-	T, tc	eth
staurophorum (Greg.) Heilberg	TF	-	-	C	rth
PLEUROSIGMA					
affine var. *normanii* (Ralfs) Per.	R	-	-	t	mth
angulatum (Quekett) Wm. Sm.	F	R	-	t	rh, ph, mth
cuspidatum Cl.	R	-	-	t	rh, ph, mth
decorum Wm. Sm.	R	-	-	C	rh, ph, rth, mth
formosum Wm. Sm.	F	F	-	C	eh, rth, mth
formosum var. *balearica* Per.	R	-	-	T, tc	eh, rth, eth
itium Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
itium var. *angulatum* Ricard	R	-	-	T	eh, sth, eth
longum Cl.	F	-	-	t, A	rth, oth
rigidum Wm. Sm.	TF	F	-	T, t	rh, ph, rth, eth
rigidum var. *gigantea* (Grun.) Cl.	F	-	-	T	sth, eth
simplex Ricard	R	-	-	T	rh, ph, sth, eth
strigosum Wm. Sm.	F	-	-	C	rh, ph, rth
speciosum A. S.	F	F	-	T, t	rth
tahitianum Ricard	R	-	-	T	rh, eh, sth, eth
vairænse Ricard	F	-	-	T	rh, ph, sth, eth
PODOGYSTIS					
adriatica (Kütz.) Ralfs	R	-	-	T, t	rth, eth
americana Bail.	R	R	-	T, tc	eth
spathulata (Shad.) V. H.	TF	R	-	T, tc	eth
spathulata fa anastomosans Meister	R	-	-	T	eh, eth
PROGONAIA					
musca (Greg.) Schrader	F	R	-	C	rh, ph, rth, mth
PSEUDOEUNOTIA					
doliolus (Wal.) Grun.	R	R	-	T, tc	eh, eth
RAPHONEIS					
amphiceros Ehr.	R		-	T, t	rh, ph, mth
amphiceros var. *tetragona* Grun.	F		-	T	eh, eth
belgica Grun.	TF		-	t	rth, ph, mth
RHABDONEMA					
adriaticum Kütz.	TF	F	-	C	rth, eth, eph
minutum Kütz.	R	R	-	tf	rth, oth
punctatum (Harv. et Bail.) Stod. *ex* Boy.	R	-	-	T, tc	rth, eth

Source MNHN Paris

RHOICOSIGMA					
antillarum Cl.	TF	R	-	T	eh, sth, eth
RHOPALODIA					
gibba (Ehr.) O. Müll.	R	·	TF	C	rh, oh, rth
gibba fa ventricosa (Ehr.) Grun.	R	-	TF	C	rh, oh, rth
gibberula (Ehr.) O. Müll.	F	-	-	C	rh, ph, rth
musculus (Kütz.) O. Müll.	F	·	-	C	rh, mh, rth
faanaensis Ricard	R	-	R	T	oh, sth, eth
SCEPTRONEIS					
peragalli (Leud. et Fort.) Meister	F	R	-	T	eh, eth
SPERMATOGONIA					
antiqua Leud. et Fort.	R	·	-	T, t	eh, rth
STAURONEIS					
polynesiae (Brun) Hust.	TF	-	-	T	eh, sth, eth
salina Wm. Sm.	F	·	-	t	rh, mh, mth
STRIATELLA					
interrupta (Ehr.) Heiberg	R	-	-	T, t	rh, rth, eth
unipunctata (Lyngb.) Ag.	F	-	-	C	rh, rth
SURIRELLA					
biseratia Breb.	R	-	F	t	rh, oh, mth
ceylanensis var. *oblongestriata* Hust.	F	-	-	T	sth, eth
fastuosa Ehr. var. *fastuosa*	TF	F	-	T, t	rh, ph, rth
fastuosa var. *cuneata* (A. S.) Per.	TF	F	-	t	rh, ph, rth, mth
fastuosa var. *intercedens* (Grun.) Deby	F	-	-	t	rth, mth
fastuosa var. *opulenta* Grun.	F	R	-	t	rth, mth
fluminensis Grun.	F	-	-	T, t	ph, mth
gemma Ehr.	R	-	-	t	rth, mth
gemma var. *ovata* Skv.	R	-	-	tc	rh, ph, rth, eth
linearis Wm. Sm.	R	-	TF	t	rh, oh, mth
martensiana (Grun.) Per.	F	R	-	T	sth, eth
pahoensis Ricard	R	-	-	T	rh, eh, eth
reniformis Per.	F	R	-	T, tc	eth
simplissima Ricard	R	·	-	T	eh, sth, eth
SYNEDRA					
acus Kütz.	F	R	TF	C	rh, oh, rth
bacillaris (Grun.) Hust.	R	-	-	T	rh, ph, sth, eth
crystallina (Ag.) Kütz. var. *crystallina*	TF	-	-	t	rh, ph, rth, mth
crystallina var. *dalmatica* Grun.	F	-	-	t	rh, ph, rth, mth
formosa Hant.	R	-	-	T	eh, sth, eth
fulgens (Grev.) Wm. Sm.	TF	-	-	t	eh, rth, mth
hennedyana Greg.	TF	-	-	T, tc	ph, rth, mth
hyperborea Grun.	R	-	-	t, A	oth
laevigata Grun. var. *laevigata*	R	-	-	T, tc	eh, rth, eth
laevigata var. *hyalina* Grun.	TF	-	-	T, tc	eh, rth, eth
robusta Ralfs	R	-	-	T, tc	eh, rth, eth
rumpens Kütz.	R	·	F	C	rh, oh, rth, mth
ulna (Nitzsch) Ehr.	F	R	TF	C	rh, oh, rth, mth
ulna var. *oxyrhynchus* Kütz.	F	-	F	C	rh, oh, rth, mth

Source MNHN Paris

undulata Bail.	TF	R	-	T, tc	rh, ph, rth, mth
SYNEDROSPHENIA					
gomphonema (Jan. et Rab.) Hust.	F	R	-	T, tc	eh, sth, eth
TABELLARIA					
fenestrata (Lyngb.) Kütz.	-	-	R	C	rh, oh, rth
THALASSIONEMA					
nitzschioides Grun.	R	F	-	C	rh, ph, rth, mth
THALASSIOTRIX					
frauenfeldii Grun.	-	F	-	C	rth, mth
mediterranea var. *pacifica* Cupp	-	F	-	tc	eh, mth
TRACHYNEIS					
aspera (Ehr.) Cl. var. *aspera*	TF	R	-	T, t	rh, rth, eth
aspera var. *perobliqua* Cl.	R	-	-	T, tc	eh, rth, mth
aspera var. *elliptica* Hendey	R	-	-	T, t	ph, mth
oblonga (Bail.) Per.	R	-	-	T, t	eh, rth, mth
velatoides Ricard	F	R	-	T	eh, sth, eth
TROPIDONEIS					
lepidoptera (Greg.) Cl. var. *lepidoptera*	TF	F	-	T, t	ph, mth
lepidoptera var. *robusta* Per.	TF	-	-	T, t	ph, mth
maxima (Greg.) Cl.	TF	F	-	T, t	ph, mth
maxima var. *subalata* Cl.	F	R	-	T, t	eh, mth
vitrea (Wm. Sm.) Cl.	F	-	-	T, t	rh, ph, mth

Source MNHN Paris

ANNEXE 2 : Microphotographies

LÉGENDES DES PLANCHES

A. – MICROSCOPIE PHOTONIQUE

Planche 1 : 1. – *Podocystis spathulata fa anastomosans* Meister 40 x 66 µm. 2. – *Podocystis americana* Bailey 33 x 20 µm. 3. *Plagiogramma interruptum* (Greg.) Ralfs 40 x 7 µm. 4. – *Dimeregramma minor* (Greg.) Ralfs 28 x 10 µm. 5. – *Opephora schwartzii* Petit 5 x 21 µm. 6. – *Licmophora debyi* (Leud. et Fortm.) Mann 105 x 18 µm. 7. – *Fragilaria heidenii* Ostrup 9 x 44 µm. 8. – *Cocconeis vairaensis* Ricard 21 x 14 µm. 9. – *Caloneis fossilis* Cleve-Euler 40 x 7 µm. 10. – *Caloneis silicula* (Ehr.) Cleve 34 x 7 µm. 11. – *Cocconeis cyclophora* var. *decora* A. Schmidt 45 x 60 µm. 12. – *Cocconeis granulifera* Grev. 26 x 12 µm. 13. – *Mastogloia praecincta* Voigt 33 x 18 µm. 14. – *Mastogloia borneensis* Hustedt 44 x 12 µm. 15. – *Mastogloia pseudo-latericia* Voigt 28 x 19 µm. 16. – *Mastogloia sublatericia* Hustedt 24 x 14 µm. 17. – *Mastogloia gomphonemoides* var. *cuneata* Meister 40 x 6 µm. 18. – *Mastogloia rhombica* Cleve 44 x 20 µm.

Planche 2 : 1. – *Mastogloia aspera* var. *lanceolata* Ricard 42 x 22 µm. 2. – *Mastogloia bourrellyana* Ricard 43 x 10 µm. 3. – *Mastogloia perfecta* Ricard 44 x 20 µm. 4. – *Mastogloia pisciculus* var. *staurophora* Ricard 60 x 22 µm. 5. – *Mastogloia tautirensis* Ricard 42 x 17 µm. 6. – *Mastogloia testudinea* var. *vairaensis* Ricard 65 x 22 µm. 7. – *Mastogloia acutiuscula* var. *lanceolata* Ricard 26 x 11 µm. 8. – *Mastogloia nuiensis* Ricard 20 x 10 µm. 9. – *Mastogloia citroides* Ricard 11 x 22 µm. 10. – *Mastogloia punctatissima* (Grev.) Ricard 60 x 45 µm. 11. – *Mastogloia grana* Ricard 18 x 9 µm. 12. – *Mastogloia gregorii* Ricard 40 x 32 µm.

Planche 3 : 1. – *Navicula robertsiana* Grev. 55 x 180 µm. 2. – *Navicula lyra fa typica* A. Schmidt 154 x 56 µm. 3. – *Navicula lyra fa recta* Grev. 60 x 160 µm. 4. – *Navicula lyra* var. *dilatata* A. Schmidt 100 x 50 µm. 5. – *Navicula lyra* var. *atlantica* A. Schmidt 88 x 38 µm. 6. – *Navicula abruptoides* Hustedt 44 x 20 µm. 7. – *Navicula plicatula* Grun. 84 x 22 µm. 8. – *Navicula lyra* var. *atlantica* A. Schmidt 42 x 12 µm. 9. – *Navicula forcipata* Grev. 24 x 10 µm. 10. – *Navicula rudis* Cleve 20 x 30 µm. 11. – *Navicula lyroides* var. *sparsipunctata* Ricard 44 x 23 µm. 12. – *Navicula ny* Cleve 22 x 15 µm. 13. – *Navicula disclusa* Hustedt 33 x 16 µm. 14. – *Navicula pseudony* Hustedt 17 x 11 µm. 15. – *Navicula polae* Heiden 16 x 21 µm. 16. – *Navicula confervacea* (Kütz.) Grun. 10 x 28 µm. 17. – *Navicula ramosissima* (Ag.) Cleve 31 x 8 µm. 18. – *Navicula adumbrata* Cholnoky 10 x 30 µm. 19. – *Navicula rhombiformis* Hustedt 17 x 45 µm. 20. – *Navicula biformis* (Grun.) Cleve 24 x 66 µm. 21. – *Navicula kariana* Grun. 8 x 22 µm. 22. – *Navicula perobesa* A. Schmidt 12 x 34 µm. 23. – *Navicula rostellata* Kütz. 10 x 72 µm. 24. – *Navicula rectelineata* Meister 11 x 69 µm.

Planche 4 : 1. – *Diploneis fusca* (Greg.) Cleve 36 x 92 µm. 2. – *Diploneis fusca* var. *pelagi* (A. Schmidt) Cleve 33 x 49 µm. 3. – *Diploneis littoralis* (Donk.) Cleve 12 x 35 µm. 4. – *Diploneis crabro* var. *gloriosa* (Brun) Cleve 36 x 80 µm. 5. – *Diploneis crabro* var. *excavata* Hustedt 21 x 56 µm. 6. – *Diploneis chersonensis* (Grun.) Cleve 19 x 66 µm. 7. – *Trachyneis aspera* (Ehr.) Cleve 30 x 140 µm. 8. – *Trachyneis velatoides* Ricard 115 x 22 µm. 9. – *Trachyneis velatoides* Ricard 25 x 90 µm. 10. – *Navicula consors* A. Schmidt 17 x 61 µm. 11. – *Diploneis graeffii* (Grun.) Cleve 21 x 70 µm. 12. – *Cymatoneis sulcata* (Grev.) Cleve. 13. – *Cymatoneis circumvallata* Cleve 12 x 64 µm. 14. – *Diploneis smithii* (Breb.) Cleve 17 x 30 µm. 15. – *Nitzschia ventricosa* Palmer 14 µm de large. 16. – *Nitzschia panduriformis* Greg. 36 x 60 µm. 17. – *Nitzschia nicobarica* Grun.

Source MNHN Paris

63 x 182 μm. 18. — *Nitzschia vidovichii* Grun. 5 x 72 μm. 19. — *Nitzschia constricta* var. *bombiformis* Grun. 64 x 120 μm. 20. — *Nitzschia apiculata* (Greg.) Grun. 8 x 50 μm. 21. — *Nitzschia sicula* (Castr.) Hustedt 33 x 9 μm. 22. — *Nitzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. 7 x 35 μm. 23. — *Nitzschia marginulata* var. *didyma* Grun. 28 x 200 μm.

Planche 5 : 1. — *Pleurosigma itium* Ricard 100 x 19 μm. 2. — *Pleurosigma itium* var. *angulosum* Ricard 34 x 120 μm. 3. — *Gyrosigma gibbosum* Ricard 20 x 120 μm. 4. — *Gyrosigma lanceolatum* Ricard 20 x 160 μm. 5. — *Pleurosigma tahitianum* Ricard 16 x 55 μm. 6. — *Gyrosigma reversum* Ricard 20 x 70 μm. 7. — *Navicula jaernefeltioides* Ricard 14 x 28 μm. 8. — *Licmophora pinnulata* Ricard 22 x 110 μm. 9. — *Gyrosigma elegans* Ricard 15 x 150 μm. 10. — *Pleurosigma formosum* var. *balearicum* Per. 14 x 138 μm. 11. — *Gyrosigma elegans* var. *recurvum* Ricard 15 x 140 μm. 12. — *Gyrosigma balticum* (Ehr.) Rab. 370 x 45 μm. 13. — *Pleurosigma simplex* Ricard 12 x 200 μm. 14. — *Gyrosigma uncinatum* Ricard 7 x 90 μm. 15. — *Pleurosigma vairaense* Ricard 21 x 195 μm. 16. — *Gyrosigma inflatum* Ricard 220 x 50 μm.

Planche 6 : 1. — *Amphiprora quinquegibba* Ricard 9 x 100 μm. 2. — *Amphora granulata* var. *bigibbosa* Ricard 9 x 50 μm. 3. — *Amphora grevilleana* var. *identata* Ricard 11 x 80 μm. 4. — *Amphora triseriata* Ricard 11 x 60 μm. 5. — *Amphora crassa* Greg. 20 x 105 μm. 6. — *Amphora crassa* var. *spuria* Cleve 15 x 87 μm. 7. — *Amphora grundleri* Grun. 23 x 135 μm. 8. — *Amphora obtusa* var. *radula* Cleve 16 x 130 μm. 9. — *Amphora egregia* Ehr. 36 x 60 μm. 10. — *Amphora obtusa* Greg. 35 x 140 μm. 11. — *Amphora spectabilis* Greg. 17 x 95 μm. 12. — *Amphora grevilleana* Greg. 13 x 70 μm. 13. — *Amphora janischii* A. Schmidt 10 x 56 μm. 14. — *Amphora schmidtii* Grun. 16 x 70 μm. 15. — *Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kütz. 15 x 91 μm. 16. — *Amphora bigibba* Grun. 6 x 30 μm. 17. — *Amphora dubia* Greg. 12 x 67 μm. 18 — *Amphora rhombica* Kitton 28 x 180 μm. 19. — *Amphora rhombica* Kitton 28 x 180 μm. 20. — *Amphora cingulata* Cleve 17 x 66 μm. 21. — *Amphora securicula* Per. 12 x 54 μm. 22. — *Amphora acuta* var. *arcuata* (A. Schmidt) Cleve 50 x 16 μm. 23. — *Amphora mexicana* var. *minima* Per. 11 x 33 μm. 24. — *Amphora angusta* Greg. 8 x 56 μm. 25. — *Amphora digitus* A. Schmidt 7 x 60 μm.

Planche 7 : 1. — *Surirella martensiana* (Grun.) Per. 115 x 50 μm. 2. — *Surirella gemma* var. *ovata* Skv. 100 x 45 μm. 3. — *Surirella fastuosa* var. *cuneata* (A. Schmidt) Per. 72 x 56 μm. 4. — *Surirella ceylanensis* var. *oblongestriata* Hustedt 45 x 115 μm. 5. — *Surirella linearis* Wm. Smith 20 x 200 μm. 6. — *Surirella pahoensis* Ricard 16 x 28 μm. 7. — *Surirella fluminensis* Grun. 32 x 60 μm. 8. — *Campylodiscus altar* Brun 130 μm ϕ. 9. — *Surirella simplissima* Ricard 18 x 28 μm. 10. — *Campylodiscus punctulatoides* Ricard 80 μm ϕ. 11. — *Campylodiscus kittonianus* var. *zanzibaricus* Grun. 85 μm ϕ. 12. — *Hydrosilicon mitra* Brun 60 x 140 μm. 13. — *Campylodiscus pseudowallichianus* Ricard 90 μm ϕ. 14. — *Campylodiscus wallichianus* Grev. 110 μm ϕ.

Planche 8 : 1. — *Auricula complexa* (Greg.) Cleve 90 x 180 μm. 2. — *Auricula mahutchoniae* Giffen 100 x 77 μm. 3. — *Auricula intermedia* (Lewis) Cleve 19 x 83 μm. 4. — *Rhopalodia faanaensis* Ricard 90 x 15 μm. 5. — *Pinnularia acrospheria* Breb. 9 x 50 μm. 6. — *Stictocyclus nuiensis* Ricard 90 μm ϕ. 7. — *Biddulphia edwardsii* Febiger 26 x 36 μm. 8. — *Biddulphia aurita* (Lyngbye) Breb. et God. 20 x 40 μm. 9. — *Gomphonema vaipohense* Ricard 70 x 18 μm. 10. — *Raphoneis amphiceros* var. *tetragona* Grun. 17 μm de côté. 11. — *Progonaia musca* (Greg.) Schrad. 9 x 48 μm. 12. — *Planktoniella sol* (Wall.) Schütt. 13. — *Asteromphalus heptactis* (Breb.) Ralfs 54 μm ϕ. 14. — *Podosira stelliger* (Bailey) Mann 100 μm ϕ. 15. — *Podosira stelliger* (Bailey) Mann 100 μm ϕ. 16. — *Asteromphalus hookerii* Ehr. 61 μm ϕ.

Planche 9 : 1. — *Xanthiopyxis umbonata* Grev. 70 μm ϕ. 2.. — *Actinocyclus rotula*

JARDIN DES PLANTES MUSEUM PARIS

Source : MNHN Paris

Brun 22 µm ϕ. 3. — *Aulacodiscus amoenus* Grev. 135 µm ϕ. 4. — *Thalassiosira hyalina* (Grun.) Gran 39 µm ϕ. 5. — *Triceratium reticulum fa hexagonale* Ricard 80 µm ϕ. 6. — *Biddulphia tahitianum* Ricard 75 µm ϕ (vue connective). 7. — *Biddulphia tahitianum* Ricard 75 µm ϕ (vue valvaire). 8. — *Triceratium bullosum* Wittney 45 µm de côté. 9. — *Coscinodiscus radiatus* Ehr. 140 µm ϕ. 10. — *Triceratium calvescens* Castracane 110 µm de côté. 11. — *Triceratium dubium* Brightwell 32 µm de côté. 12. — *Aulacodiscus kittonii* var. *africana* (Cot.) Rat. 50 µm ϕ. 13. — *Coscinodiscus nitidus* Greg. 25 µm ϕ. 14. — *Coscinodiscus marginatus* Ehr. 70 µm ϕ. 15. — *Isthmia enervis* Ehr. 45 x 130 µm.

B. — MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE A BALAYAGE

Planche 10 : 1. — *Amphora gruendleri* Grun. 23 x 135 µm (intérieur de la valve). 2. — *Amphora schmidtii* Grun. 16 x 70 µm (intérieur de la valve). 3. — *Amphora janischii* A. Schmidt 10 x 56 µm (intérieur de la valve). 4. — *Amphora cingulata* Cleve 17 x 66 µm (intérieur de la valve). 5. — *Plagiogramma staurophorum* (Greg.) Heilb. 44 x 13 µm (extérieur de la valve). 6. — *Plagiogramma staurophorum* (Greg.) Heilb. 44 x 13 µm (intérieur de la valve). 7. — *Navicula perobesa* A. Schmidt 34 x 12 µm (intérieur de la valve). 8. — *Trachyneis aspera* (Ehr.) Cleve 42 x 12 µm (intérieur de la valve). 9. — *Cocconeis pellucida* Grun. 45 x 31 µm (extérieur de l'hypovalve). 10. — *Plagiogramma atomus* Grev. 14 x 24 µm (intérieur de la valve mettant en évidence le pseudo-raphé, photo de gauche, et la ponctuation du manteau, photo de droite. 11. — *Nitzschia tryblionella* Hantzsch. 17 x 46 µm (extérieur de la valve). 12. — *Climacosphenia moniligera* Ehr. 37 x 320 µm (intérieur de la valve montrant les cloisons internes). 13. — *Stauroneis polynesiae* (Brun) Hust. 15 x 83 µm (intérieur de la valve). 14. — *Podocystis spathulata* (Shabd.) V. H. 170 x 62 µm (intérieur de la valve). 15. — *Navicula consors* A. Schmidt 17 x 61 µm (intérieur de la valve). 16. — *Nitzschia marginulata* var. *didyma* Grun. 28 x 200 µm (extérieur de la valve). 17. — *Amphora schmidtii* Grun. 16 x 70 µm (extérieur de la valve). 18. — *Amphora obtusa* Greg. 19 x 120 µm (intérieur de la valve). 19. — *Amphora schmidtii* Grun. 23 x 70 µm (vue connective).

Planche 11 : *Triceratium spinosum* Bailey *fa* : fig. 1 et 2 : vue d'ensemble de la surface valvaire externe (700 x); fig. 3 : angle de la valve portant une épine et un processus avec son ocelle (2000 x); fig. 4 : processus valvaire avec son ocelle terminal (5000 x); fig. 5 : épine valvaire (5000 x); fig. 6 : fort grossissement montrant les pores valvaires ouvrant sur les chambres internes (10000 x).
Triceratium formosum Brightwell *fa formosum* : fig. 7 : vue d'ensemble de la surface valvaire externe (900 x); fig. 8 : angle de la valve (2800 x); fig. 9 : centre de la valve portant des processus (4500 x); fig. 10 : fort grossissement montrant les 8 rimoportules du centre de la valve et l'ouverture des chambres (13600 x).
Triceratium formosum fa quinquelobatum (Grev.) Hustedt : fig. 11 et 12 : vue d'ensemble de la surface valvaire externe (1100 x); fig. 13 : centre de la valve portant 5 rimoportules et des lames siliceuses triangulaires réparties entre les pores.

Planche 12 : *Biddulphia reticulata* Roper : fig. 1 : frustule en vue connective (1200 x); fig. 2 : vue connective mettant en évidence la décoration du frustule (900 x); fig. 3 : manteau et bandes connectives (1700 x); fig. 4 : angle de la valve avec une corne et son ocelle terminal, des épines et un rimoportule (5600 x); fig. 5 : détail d'un rimoportule avec son ouverture (12000 x); fig. 6 : vue interne oblique du manteau et de la surface valvaire (1300 x); fig. 7 : vue interne de la surface valvaire ponctuée (1300 x).
Odontotropis cristata (Grun.) Grun. *fa* : fig. 8 : frustule en vue connective (450 x); fig. 9 : surface valvaire portant deux cornes terminées chacunes par un ocelle, deux longs rimoportules dont un est brisé et des épines plus courtes, simples ou ramifiées qui sont vraisemblablement des rimoportules (2000 x); fig. 10 : vue connective montrant les trois cornes

BIBLIOTHÈQUE DU MUSÉUM PARIS

Source : MNHN, Paris

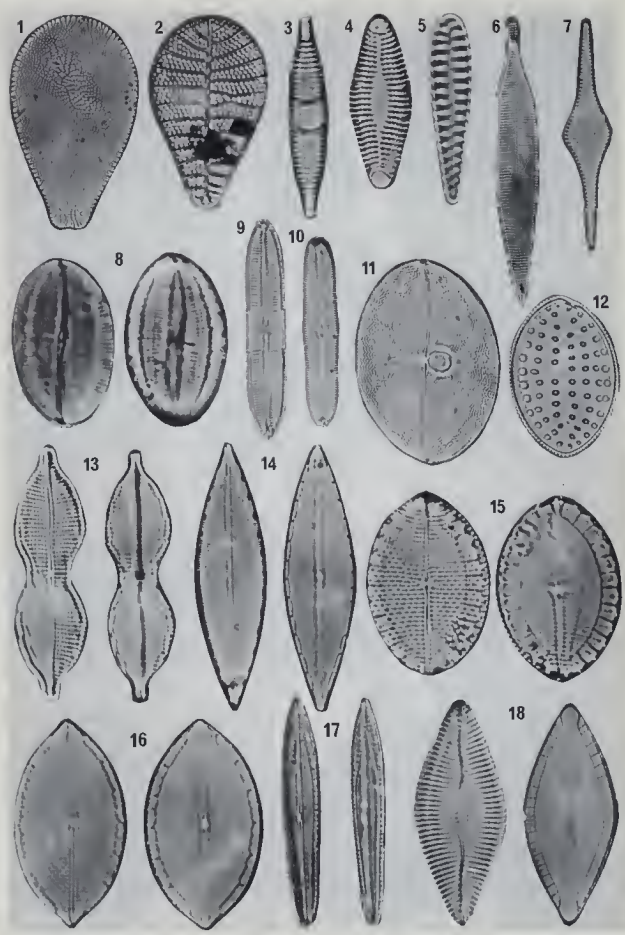
de la surface valvaire, l'ensemble des rimoportules et les ceintures ponctuées dont les sutures latérales sont ouvertes (1000 x); fig. 11 : détail de la surface valvaire avec, en premier plan, la base cassée du 3e rimoportule (10000 x); fig. 12 : détail du manteau et des pores de la ceinture (5000 x).

Planche 13 : *Diploneis bombus* Ehr. : fig. 1 : frustule en vue connective (3200 x); fig. 2 : frustule en vue oblique (3200 x); fig. 3 : vue d'ensemble de la surface valvaire (3600 x); fig. 4 : pôle proximal avec les ceintures des deux valves emboîtées (6300 x); fig. 5 et 6 : raphé et nodule central (7000 x).
Diploneis crabro (Ehr.) Ehr. : fig. 7 et 8 : vue générale d'une valve (650 x); fig. 9 : terminaisons centrales du canal raphéen (2500 x); fig. 10 : terminaison polaire du canal raphéen (5000 x); fig. 11 et 12 : vue générale interne d'une valve (700 x); fig. 13 : détail de la partie centrale interne d'une valve (1800 x).

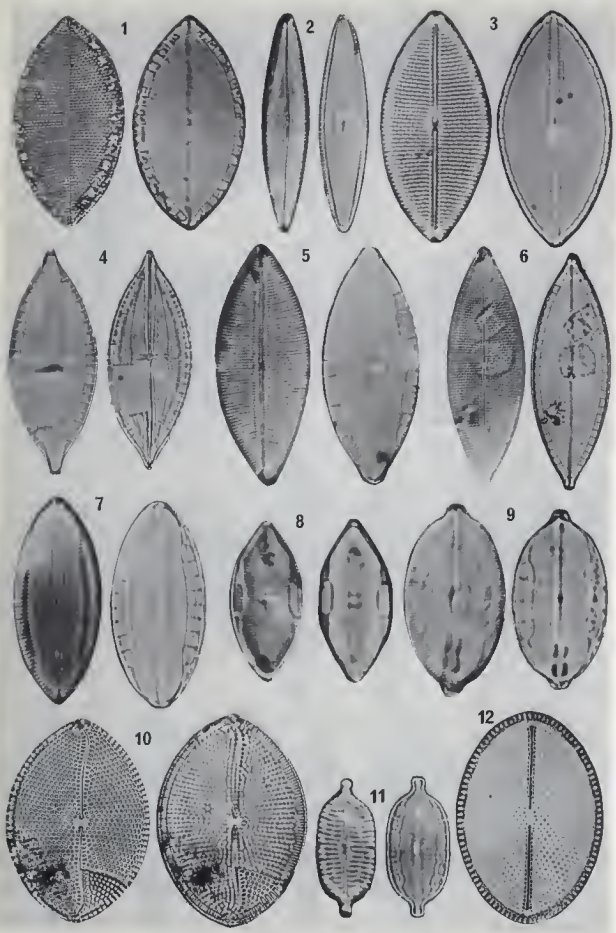
Planche 14 : *Surirella martensiana* (Grun.) Per. : fig. 1 : vue générale externe d'une valve (1800 x); fig. 2 : canal raphéen avec ses extrémités distales (10000 x); fig. 3 : canal raphéen avec ses extrémités proximales; fig. 4 : vue générale interne d'une valve (1000 x); fig. 5 : vue de l'intérieur de la valve et des parties externes et internes du manteau (1600 x); fig. 6 : côtes valvaires internes (5200 x); fig. 7 : terminaisons proximales du raphé sur la partie externe et nodule central sur la face interne (10000 x); fig. 8 : nodule central et côtes internes (9000 x); fig. 9 : face externe du manteau et terminaisons polaires du raphé (7800 x); fig. 10 : nodule central vu de dessus (10000 x); fig. 11 : nodule apical vu de dessus (10000 x).

Planche 15 : *Campylodiscus innominatus* Ross et Abdin : fig. 1 et 2 : vue générale interne d'une valve (1000 x); fig. 3 : vue générale externe d'une valve (1000 x); fig. 4 : détails de l'ornementation de la surface externe de la valve (6000 x); fig. 5 et 6 : détails de la carène et des extrémités proximales du raphé, vue externe de la valve (10000 x); fig. 7 : extrémités distales du raphé et nodules polaires (10000 x); fig. 8 : portion interne de l'aile avec les fenêtres et la carène (6000 x); fig. 9 : bordure inférieure de la valve surplombant la carène avec le raphé (10000 x); fig. 10 : détail d'une partie externe de l'aile avec la carène au premier plan (12000 x); fig. 11 : côtes externes reliant le centre de la valve à l'aile et encadrant les fenêtres (12000 x); fig. 12 : partie centrale externe de la valve.

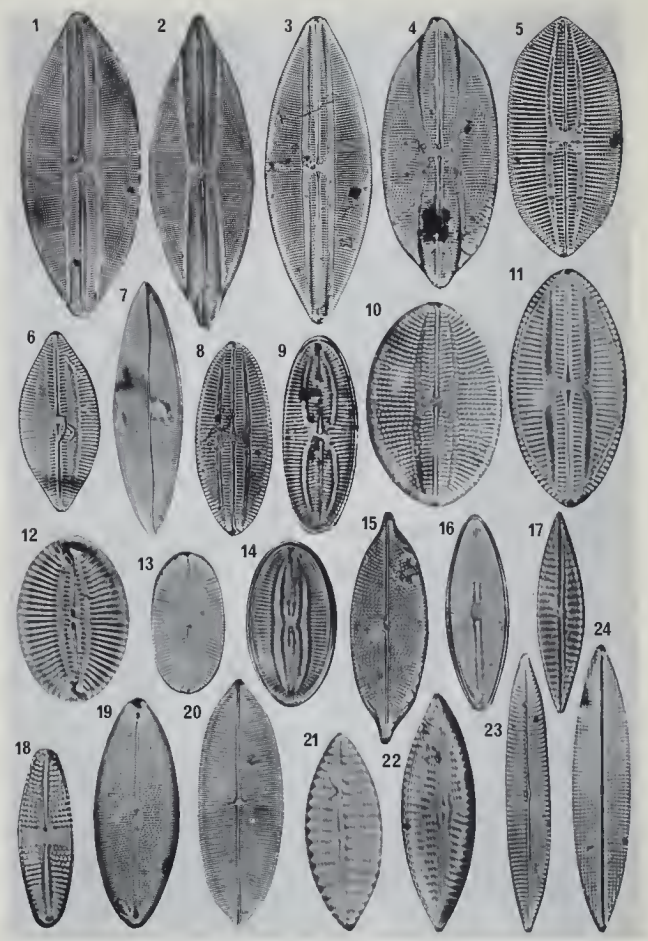
Source MNHN, Paris



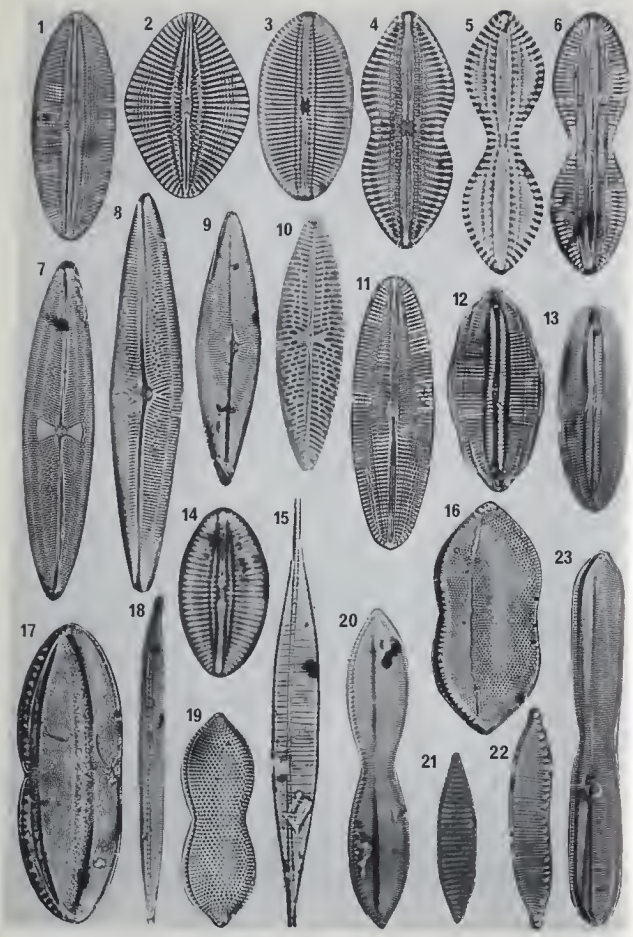
Source MNHN Paris



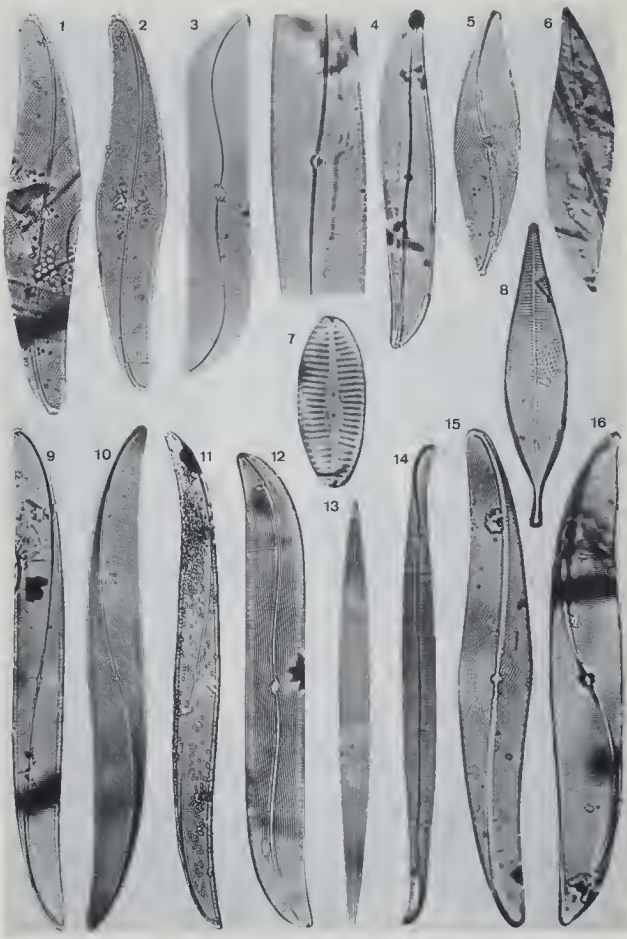
Source MNHN Paris



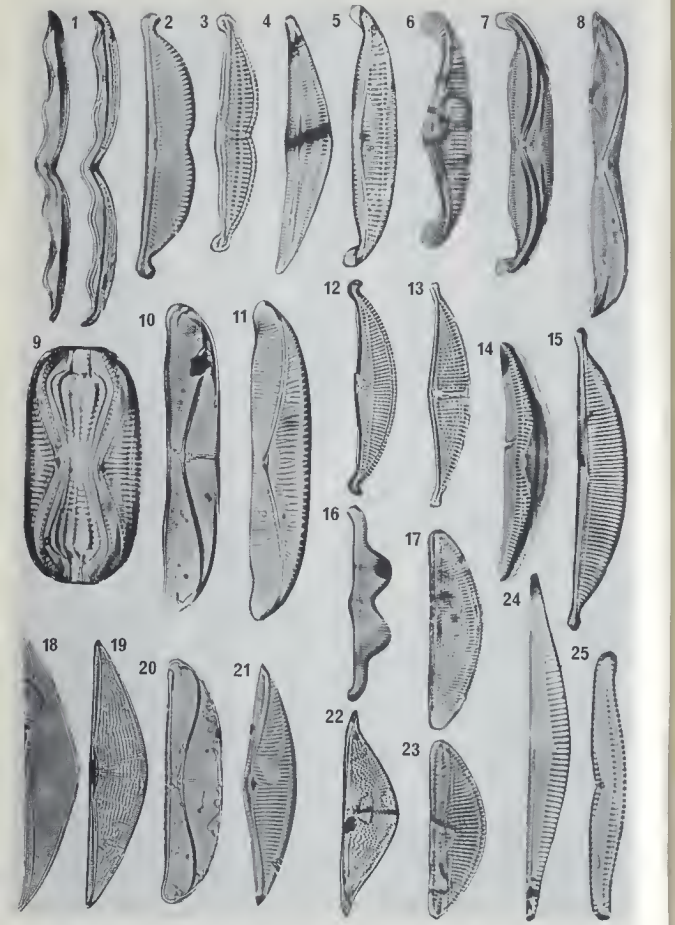
Source MNHN Paris



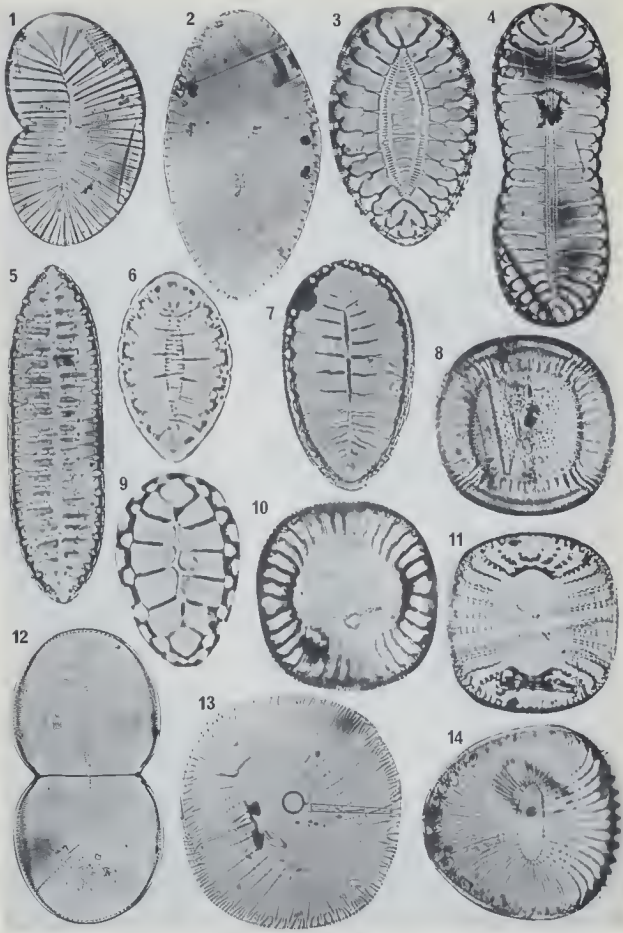
Source MNHN Paris



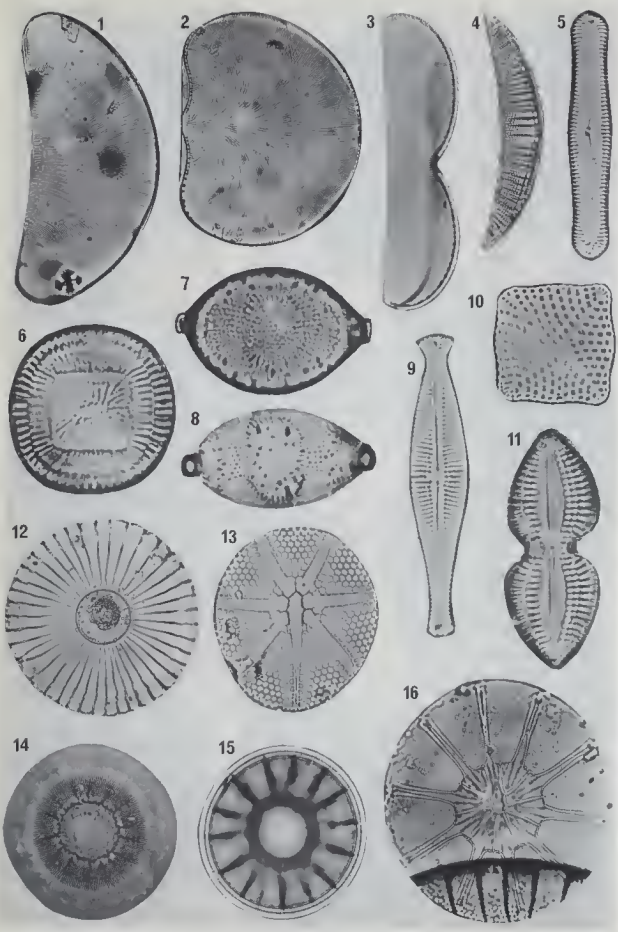
Source MNHN Paris



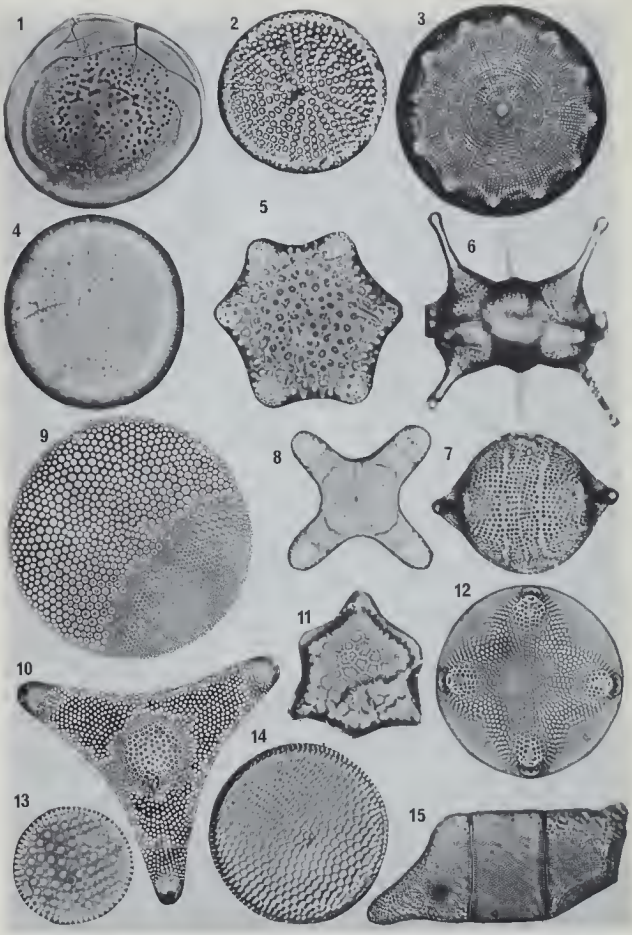
Source MNHN, Paris



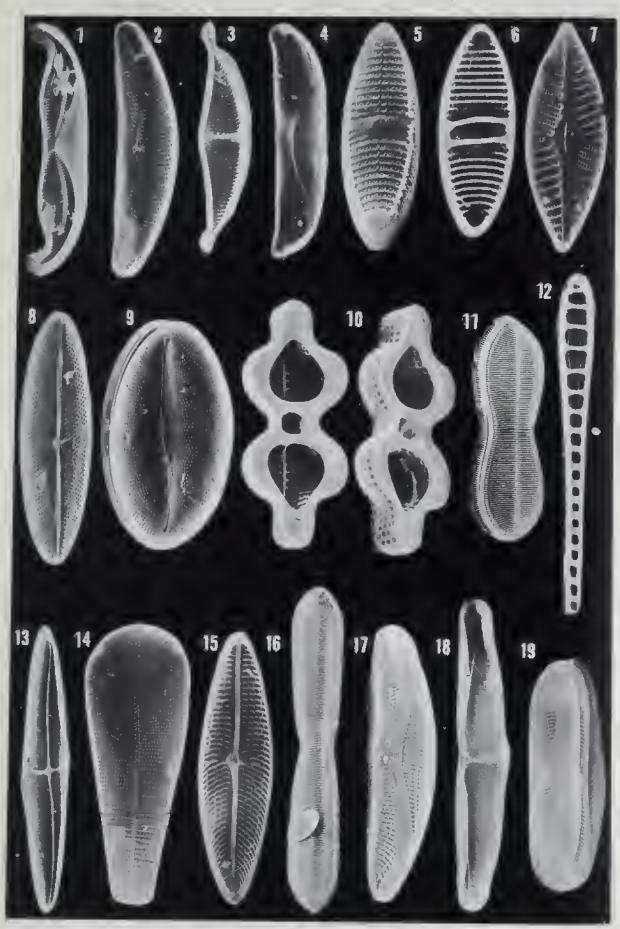
Source MNHN Paris



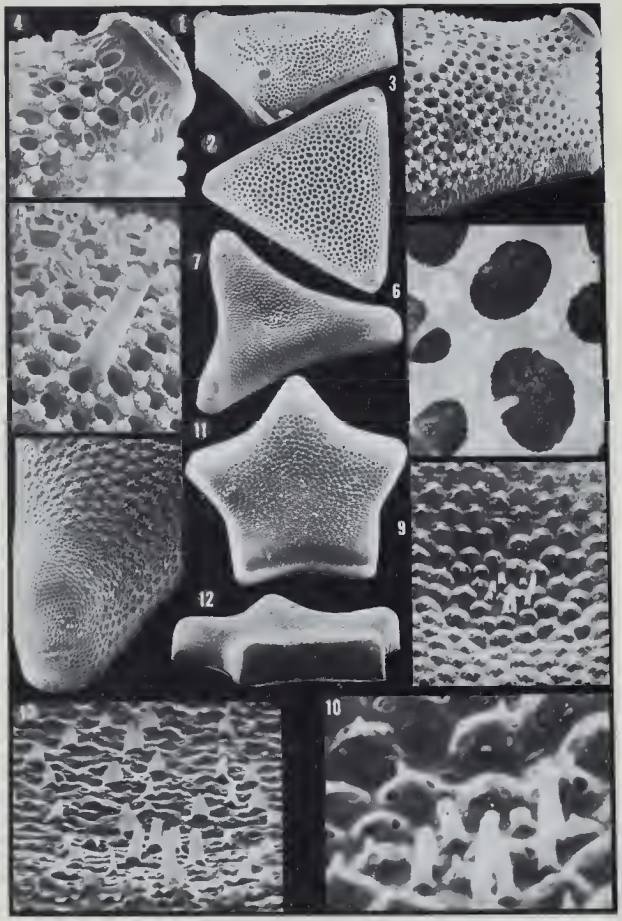
Source MNHN, Paris



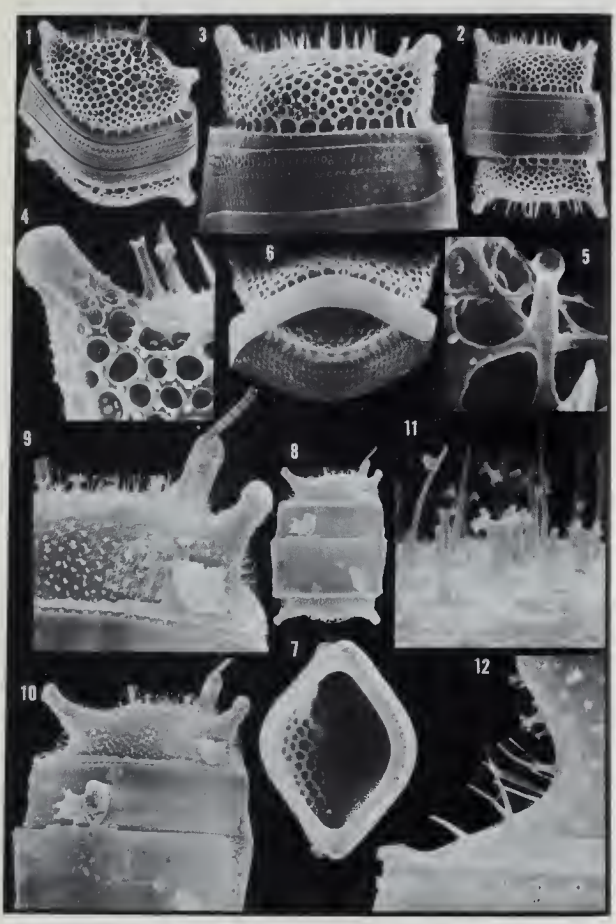
Source MNHN Paris



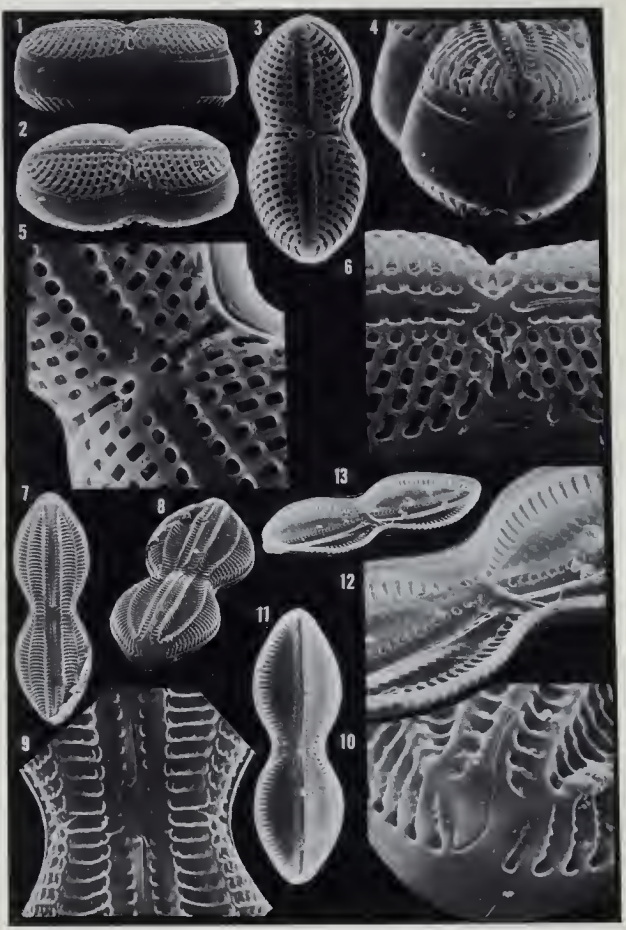
Source : MNHN, Paris



Source MNHN Paris

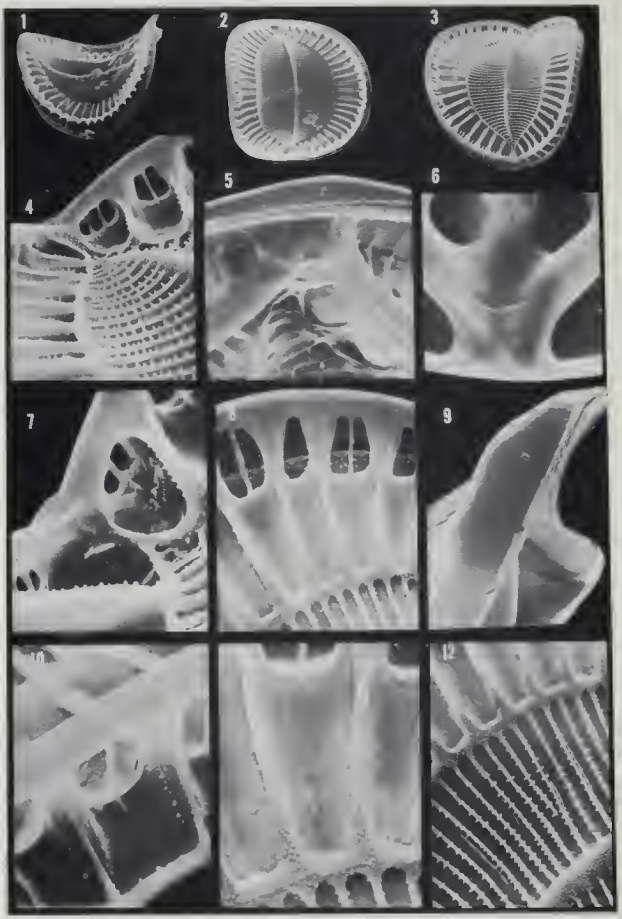


Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Source: MNHN, Paris

ANNEXE 3 : Répartition des espèces en fonction de la pluviosité et de la température

	Commun	Pluie	Sec	Interm.	Sporad.	Chaud	Froid	Indiffer.	Vairao	Faaa
ACHNANTHES										
brevipes	+									
brevipes v.angustata		+								
citronella					+					
inflata		+								
inflata v.elata					+	+				
rhombica		+								
ACTINOCYCLUS										
ehrenbergii	+									
subtilis	+					+				
ACTINOPTYCHUS										
splendens					+		+			
AMPHIPRORA										
alata		+								
sulcata		+								
AMPHORA										
acuta v.arouata					+					
angularis		+					+		+	
angusta	+									
arenaria				+				+	+	
baccata				+		+			+	
bigibba					+			+		
coffeaeformis	+					+				
cingulata	+									
costata					+					
crassa					+					
cymbifera	+									
digitus			+					+		
dubia					+					
eggregia		+				+				
exsecta					+			+		
exigua		+						+	+	
gigantea				+				+		
granulata v.bigibbosa		+						+		
graeffii				+					+	
grevilleana					+			+		
gruendleri					+	+				
janischii				+		+				
lineolata				+				+	+	
longa			+					+		
lunula					+				+	
macilenta					+					
mexicana	+									
normanii		+						+	+	
obtusa	+									
obtusa v.rectangulata					+					
proboscidea		+				+				
proteus v.oculata					+				+	

Source MNHN, Paris

	Commun	Plate	Sec	Interm.	Sporad.	Chaud	Froid	Indiffer	Varao	Faas
AMPHORA										
rhombica					+					
robusta		+						+		
securicula					+	+				
spectabilis	+									
schmidtii	+									
schmidtii v.minor					+					
staurophora					+			+		
triseriata		+							+	
turgida					+					
grevilleana v.indent.		+						+		
ASTERIONELLA										
notata					+	+				
ASTEROLAMPRA										
marylandica	+						+			
AURICULA										
complexa		+								
insecta		+								
intermedia		+								
mahutchoniae					+			+		
BIDDULPHIA										
aurita					+					
balaena					+					
pulchella	+							+		
regia					+	+				
reticulata	+									
rhombus					+	+			+	
titiana					+		+			
tuomeyi					+			+		
BACTERIASTRUM										
delicatulum		+						+		
elongatum					+		+			
CALONEIS										
bacillum					+		+			
fossilis				+		+			+	
liber	+									
silicula					+	+				
CAMPYLODISCUS										
adriaticus v.massil.		+						+		
biangulatus					+		+			
biang.v.lorenzianus					+	+			+	
brightwellii					+		+			
circumactus			+							
decorus v.pinnatus	+									
fastuosus		+					+		+	
incertus					+					
innominatus					+					
intermedius					+			+		
latus	+									
punctulatoides		+						+		
ralfsii					+					
wallichianus		+					+		+	

Source MNHN, Paris

	Commun	Pluie	Sec	Interm.	Sporad.	Chaud	Froid	Indiffer	Varsno	Faaa
CHAETOCEROS										
atlanticum				+				+		
compressum				+				+		
curvisetum				+				+		
messanense				+				+		
peruvianum				+				+		
CLIMACOSPHENIA										
elongata					+			+		
moniligera	+									
COCCONEIS										
britannica		+						+		
heteroidea		+								
pellucida	+									
placentula					+					
pseudomarginatus		+						+		
scutellum		+						+		
vairaense		+						+		
COSCINODISCUS										
marginatus			+			+				
nitidus	+									
nodulifer			+				+			
DIPLONEIS										
bomboides	+									
bombus	+									
chersonensis					+					
coffaeiformis		+					+			
crabro	+									
debyi					+					
fusca					+					
littoralis					+					
notabilis					+			+		
papula		+						+		
splendidus				+					+	
smithii	+									
subcincta	+									
suborbicularis					+					
vacillans					+					
vacillans v.renitens		+					+			
radiatus					+	+				
DIMEREGRAMMA										
dubium	+							+		
furcigerum					+					
minor					+					
ETHMODISCUS										
appendiculatus	+					+				
gazellae		+						+		
GRAMMATOPHORA										
hamulifera					+			+		
marina	+									
oceanica					+					
undulata					+					

Source MNHN Paris

	Commun	Pluie	Sec	Interm.	Sporad.	Chaud	Froid	Indiffer.	Vasrao	Faaa
FRAGILARIA										
meisterii					+			+		
GYROSIGMA										
balticum	+							+		
elegans		+						+		
inflata					+					
gibbosum					+					
lanceolatum		+								
reversum				+				+		
spathulata					+			+		
HANTZSCHIA										
amphioxys					+			+		
HEMIAULUS										
hauckii					+			+		
HEMIDISCUS										
cuneiformis	+							+		
HYDROSILICON										
mitra		+						+		
LICMOPHORA										
ehrenbergii		+								
gracilis		+								
mediterranea				+				+		
LICMOSPHENIA										
clevei		+					+			
peragalli		+						+		
MASTOGLOIA										
achnanthioides		+								
affirmata					+					
baldjiokiana	+									
binotata	+					+				
citrus					+			+		
composita					+					
corsicana			+					+		
cruciculа	+									
decipiens					+			+		
decussata		+						+		
delicatissima					+			+		
erythrea					+			+		
exilis			+							
fimbriata	+									
hornathiana					+	+				
inaequalis		+								
kjellmanii		+								
ovulum								+		
peracuta					+					
punctatissima					+			+		
quinquecostata					+					
schmidtii					+		+			
subaffirmata					+			+		
undulata					+			+		

Source MNHN, Paris

	Commun	Plate	Sec	Interm.	Sporad	Chaud	Froid	Indiffer.	Vaurao	Faaa
MELOSIRA										
roeseana					+	+				
sulcata	+									
NAVICULA										
adumbrata		+						+		
ambigua		+						+		
atlantica		+						+		
cancellata	+									
clavata	+									
conservacea	+							+		
consors	+									
cyprinus		+								
directa					+	+				
disclusa					+	+				+
elliptica					+	+				
forcipata					+	+				
fundata		+					+			
granulata	+									
grevilleana			+							
hennedyi					+			+		
kariana			+			+				
longa	+									
lyra	+							+		
lyroides	+									
marina		+						+		
maculosa					+	+				
mutica			+			+				
perobesa					+					
perrhombus			+					+		
plicatula					+		+			
polae			+							
pseudony					+			+		
pupula		+						+		
ramosissima					+			+		
rhombica			+			+				
robertsiana	+									
rostellata					+					
rudis		+								
NITZSCHIA										
acuta			+			+				
amphibia		+				+				
amphioxys		+				+				
angularis	+									
angusta v. genuina					+			+		
apiculata	+									
clarissima					+			+		
closterium					+			+		
constricta v. bombiform.	+									
distans					+					
distans v. tumescens		+						+		
graeffii	+									
insignis		+					+			
jelineckii			+			+				

Source MNHN Paris

	Commun	Pluie	Sec	Interm.	Sporad.	Chaud	Froid	Indiffer	Vauxo	Faaa
NITZSCHIA										
hantzschiana			+					+		
longissima	+									
lorenziana					+					
majuscula			+							
marginulata					+					
maxima	+									
panduriformis	+									
plana					+					
nicobarica		+						+		
punctata v. coarctata					+					
rigida	+									
sigma					+			+		
sigma v. intercedens					+					
sigma v. rigida					+			+		
socialis		+								
spathulata					+	+				
tryblionella			+							
valida	+							+		
vidovichii			+							
vitrea					+			+		
weissflogii			+					+		
OPEPHORA										
pacifica				+						
PLAGIOGRAMMA										
atomus					+			+		
interruptum			+				+			
staurophorum	+							+		
PLEUROSIGMA										
angulatum					+	+				
affine v. normanii			+					+		
cuspidatum			+					+		
decorum					+	+				
formosum					+					
itium			+					+		
longum					+	+				
rigidum	+									
simplex					+					
speciosum	+									
tahitianum			+					+		
vairaense			+			+				
PODOCYSTIS										
spathulata	+									
PROGONAIA										
musca					+					
PODOSIRA										
hormoides					+			+		
stelliger				+				+		
PSEUDOEUNOTIA										
doliolus					+			+		
RHABDONEMA										
adriaticum	+									

Source MNHN, Paris

	Commun	Pluie	Sec	Interm	Sporad.	Chaud	Froid	Indiffer.	Vaiao	Faaa
RHOICOSIGMA										
antillarum					+			+		
RHAPHONEIS										
amphiceros					+			+		
amphiceros v. tetragona					+	+				
belgica					+					
RHIZOSOLENIA										
alata					+			+		
imbricata		+								
imbricat. v. shrubsolei				+				+		
hebetata fa semispina			+							
setigera					+					
SCEPTRONEIS										
peragalli					+					
STAURONEIS										
polynesiae	+									
salina	+									
SURIRELLA										
biseriata					+			+		
ceylanensis					+					
fastuosa	+									
fluminensis		+								
gemma					+					
martensiana					+					
pahoensis		+								
reniformis					+			+		
simplex					+					
SYNEDRA										
acus			+			+				
bacillaris				+			+			
crystallina	+									
formosa					+		+			
fulgens					+					
hennedyana	+									
laevigata v. hyalina	+									
robusta			+				+			+
rumpens					+	+				
ulna	+					+				
undulata	+					+				
SYNEDROSPHENIA										
gomphonema		+						+		
TABELLARIA										
fenestrata	+					+				
TRACHYNEIS										
aspera	+									
velatoides			+							
THALASSIOSIRA										
excentrica					+					
hyalina					+	+				

Source MNHN, Paris

	Commun	Plaie	Sec	Interm.	Sporad	Chaud	Froid	Indiffer.	Vasrao	Faaa
TRICERATIUM										
calvescens					+		+			
dubium					+	+				
formosum fa formosum		+				+				
form. fa quadrangulare	+							+		
quinquelobatum					+			+		
reticulum		+						+		
shadboltianum	+						+			
spinosum					+	+				
TROPIDONEIS										
lepidoptera	+									
lepidopt. v. robusta	+									
maxima	+									
vitrea					+		+			

Source MNHN, Paris

ANNEXE 4 : Espèces dominantes et/ou caractéristiques des lagons de Faaa et de Vairao

LAGON DE FAAA

Janvier 1972

Navicula longa	89.9	*Biddulphia regia*	24.4
Ethmodiscus appendiculatus	56.2	*Synedra robusta*	23.6
Navicula cancellata	41.9	*Navicula elliptica*	23.5
Melosira sulcata	33.7	*Surirella simplissima*	21.7
Podocystis spathulata	27.6	*Pleurosigma tahitianum*	21.0
Navicula lyra	26.6	*Navicula disclusa*	13.4
Surirella fastuosa	21.5	*Diploneis suborbicularis*	13.3
Trachyneis aspera	19.4	*Rhaphoneis amphiceros*	10.5
Synedra hennedyana	17.4	*Amphora longa*	10.0
Nitzschia longissima	16.3	*Navicula rhombica*	9.1

Février 1972

Actinocyclus subtilis	72.3	*Diploneis vacillans*	22.8
Ethmodiscus appendiculatus	64.4	*Navicula disclusa*	19.5
Navicula longa	53.5	*Rhizosolenia alata*	15.1
Triceratium formosum	38.6	*Plagiogramma interruptum*	14.4
Navicula cancellata	25.7	*Biddulphia regia*	11.8
Synedra hennedyana	25.7	*Ethmodiscus gazellae*	10.7
Tropidoneis lepidoptera	22.8	*Navicula forcipata*	10.2
Podocystis spathulata	19.8	*Mastogloia erythrea*	10.2
Triceratium shadboltianum	19.8	*Stauroneis salina*	9.8
Amphora obtusa	18.8	*Campylodiscus punctulatoides*	9.0

Mars 1972

Ethmodiscus appendiculatus	76.6	*Rhizosolenia alata*	47.3
Actinocyclus subtilis	55.7	*Rhaphoneis amphiceros*	41.0
Mastogloia binotata	43.8	*Synedra rumpens*	22.9
Navicula longa	36.8	*Nitzschia amphioxys*	18.4
Podocystis spathulata	35.8	*Pleurosigma decorum*	18.2
Climacosphenia moniligera	29.9	*Navicula rhombica*	17.7
Rhizosolenia alata	27.9	*Coscinodiscus radiatus*	15.3
Surirella fastuosa	25.9	*Mastogloia erythrea*	15.3
Triceratium shadboltianum	22.9	*Mastogloia subaffirmata*	12.4
Synedra hennedyana	21.9	*Navicula mutica*	12.4

Avril 1972

Actinocyclus subtilis	75.0	*Synedra rumpens*	67.1
Ethmodiscus appendiculatus	70.0	*Pleurosigma longum*	19.7
Amphora cymbifera	54.6	*Amphora longa*	19.2
Navicula longa	40.0	*Navicula disclusa*	19.2
Rhabdonema adriaticum	33.1	*Rhizosolenia alata*	16.5
Synedra rumpens	29.2	*Navicula rhombica*	14.4
Chaetoceros curvisetum	25.3	*Amphora cymbifera*	14.4
Cocconeis pellucida	24.4	*Pseudoeunotia doliolus*	13.0
Mastogloia crucicula	24.4	*Pleurosigma cuspidatum*	12.4
Triceratium shodboltianum	23.4	*Mastogloia subaffirmata*	12.2

Source MNHN Paris

LAGON DE FAAA

Mai 1972

Ethmodiscus appendiculatus	56.1	*Navicula perrhombus*	45.3
Melosira sulcata	44.4	*Navicula mutica*	19.8
Chaetoceros curvisetum	42.3	*Nitzschia clarissima*	19.0
Dimeregramma dubium	27.5	*Amphora exsecta*	17.8
Caloneis liber	25.4	*Hantzschia amphioxys*	14.5
Surirella fastuosa	25.4	*Amphora digitus*	13.8
Navicula lyra	23.5	*Nitzschia hantzschiana*	11.9
Grammatophora marina	21.2	*Rhaph.amphiceros v.tetragona*	11.8
Gyrosigma balticum	21.2	*Navicula directa*	11.3
Synedra crystallina	20.1	*Nitzschia closterium*	11.2

Juin 1972

Navicula lyra	46.2	*Nitzschia jelineckii*	32.7
Podocystis spathulata	46.2	*Navicula kariana*	21.9
Surirella fastuosa	46.2	*Plagiogramma interruptum*	15.0
Navicula cancellata	42.1	*Navicula directa*	14.6
Caloneis liber	32.9	*Navicula ambigua*	14.4
Trachyneis aspera	32.9	*Amphiprora alata*	13.5
Melosira sulcata	24.7	*Nitzschia angustata*	12.0
Climacosphenia moniligera	22.6	*Navicula elliptica*	11.8
Ethmodiscus appendiculatus	22.6	*Nitzschia sigma v.rigida*	9.5
Synedra crystallina	20.6	*Stauroneis salina*	8.1

Juillet 1972

Caloneis liber	37.7	*Nitzschia nicobarica*	27.3
Navicula lyra	35.7	*Pseudoeunotia doliolus*	25.3
Chaetoceros curvisetum	34.8	*Navicula maculosa*	25.0
Gyrosigma balticum	30.8	*Asterionella notata*	24.8
Amphora obtusa	30.1	*Navicula kariana*	21.1
Asterionella notata	29.8	*Surirella simplissima*	21.1
Surirella fastuosa	26.8	*Navicula papula*	20.5
Ethmodiscus appendiculatus	22.8	*Pleurosigma tahitianum*	20.4
Podocystis spathulata	22.8	*Amphora macilenta*	20.2
Nitzschia maxima	20.9	*Nitzschia amphioxys*	18.4

AoOt 1972

Navicula lyra	141.1	*Pleurosigma tahitianum*	21.2
Trachyneis aspera	50.5	*Biddulphia tuomeyi*	18.4
Surirella fastuosa	49.4	*Bacteriastrum elongatum*	16.4
Amphora obtusa	44.3	*Navicula lyra*	14.9
Caloneis liber	41.2	*Navicula ambigua*	14.5
Diploneis bomboides	25.7	*Synedra robusta*	11.9
Gyrosigma balticum	23.7	*Nitzschia hantzschiana*	11.5
Amphora mexicana	20.6	*Mastogloia splendida*	10.6
Navicula cancellata	20.6	*Amphora mexicana*	9.8
Nitzschia maxima	18.6	*Diploneis notabilis*	9.8

Source : MNHN Paris

LAGUN DE FAAA

Septembre 1972

Trachyneis aspera	86.2	*Navicula directa*	21.9
Amphora cymbifera	50.3	*Surirella reniformis*	10.9
Mastogloia crucicula	39.0	*Mastogloia delicatissima*	19.6
Navicula lyra	28.7	*Fragilaria meisterii*	19.5
Mastogloia binotata	26.7	*Pleurosigma vairaense*	15.4
Surirella fastuosa	26.7	*Amphora digitus*	13.4
Ethmodiscus appendiculatus	24.6	*Navicula pseudony*	13.1
Climacosphenia monoligera	20.5	*Pleurosigma tahitianum*	12.6
Podocystis spathulata	20.5	*Amphora cymbifera*	12.0
Syn. laevigata v. hyalina	20.5	*Nitzschia acuta*	11.5

Octobre 1972

Melosira sulcata	46.7	*Surirella reniformis*	20.3
Trachyneis aspera	46.7	*Coscinodiscus marginatus*	16.4
Navicula lyra	42.5	*Caloneis bacillum*	15.0
Navicula longa	22.8	*Pleurosigma cuspidatum*	13.0
Mastogloia crucicula	21.8	*Biddulphia regia*	12.4
Climacosphenia moniligera	20.7	*Cocconeis placentula*	12.4
Surirella fastuosa	20.7	*Asteromphalus heptactis*	12.2
Cocconeis placentula	19.7	*Nitzschia weissflogii*	12.2
Synedra hennedyana	19.7	*Mastogloia peracuta*	11.2
Synedra undulata	19.7	*Amphora grevilleana*	11.2

Novembre 1972

Melosira sulcata	50.4	*Navicula mutica*	33.1
Navicula longa	49.1	*Nitzschia angustata*	30.9
Navicula lyra	37.1	*Navicula kariana*	28.3
Podocystis spathulata	35.8	*Nitzschia nicobarica*	24.3
Amphora cymbifera	30.5	*Mastogloia subbaffirmata*	16.6
Mastogloia crucicula	27.9	*Navicula perrhombus*	15.6
Mastogloia binotata	23.9	*Nitzschia spathulata*	14.1
Nitzschia maxima	23.9	*Navicula adumbrata*	14.1
Ethmodiscus appendiculatus	22.5	*Nitzschia closterium*	14.0
Navicula cancellata	18.6	*Diploneis vacillans*	13.1

Décembre 1972

Trachyneis aspera	48.4	*Navicula elliptica*	24.7
Navicula longa	45.5	*Licmosphenia peragalli*	24.6
Surirella fastuosa	39.8	*Nitzschia amphioxys*	19.9
Amphora cymbifera	33.4	*Mastogloia erythrea*	16.7
Mastogloia crucicula	26.9	*Navicula ramosissima*	15.3
Mastogloia fimbriata	26.9	*Plagiogramma atomus*	14.4
Mastogloia binotata	25.8	*Amphora bigibba*	14.0
Melosira sulcata	18.3	*Nitzschia majuscula*	13.3
Climacosphenia moniligera	17.3	*Nitzschia acuta*	11.4
Cocconeis pellucida	17.3	*Fragilaria meisterii*	11.4

Source MNHN Paris

LAGON DE FAAA

Janvier 1973

Gyrosigma balticum	40.4	*Biddulphia membranacea*	36.7
Navicula longa	32.5	*Pleurosigma itium*	24.3
Pleurosigma formosum	32.5	*Grammatophora hamulifera*	18.2
Melosira sulcata	30.7	*Pleurosigma decorum*	16.0
Nitzschia longissima	29.8	*Rhoicosigma antillarum*	15.6
Navicula cancellata	27.2	*Bacteriastrum elongatum*	14.0
Surirella fastuosa	21.9	*Opephora pacifica*	13.6
Ethmodiscus appendiculatus	21.9	*Plagiogramma interruptum*	12.8
Nitzschia valida	21.1	*Navicula longa*	9.6
Climacosphenia moniligera	20.2	*Navicula rostellata*	9.6

Février 1973

Ethmodiscus appendiculatus	77.7	*Mastogloia undulata*	21.5
Navicula longa	51.3	*Amphora eggregia*	18.8
Mastogloia binotata	35.7	*Pleurosigma simplex*	14.2
Podocystis spathulata	35.0	*Pleurosigma decorum*	14.2
Actinocyclus ehrenbergii	33.4	*Mastogloia erythrea*	12.0
Climacosphenia moniligera	33.4	*Triceratium formosum*	10.2
Mastogloia fimbriata	31.1	*Mastogloia affirmata*	10.0
Surirella fastuosa	31.1	*Mastogloia binotata*	9.4
Triceratium shadboltianum	31.1	*Biddulphia tuomeyi*	9.3
Rhabdonema adriaticum	29.5	*Thalassiosira hyalina*	9.2

Mars 1973

Gyrosigma balticum	106.5	*Nitzschia sigma v.rigida*	25.5
Nitzschia graeffii	46.9	*Campylodiscus circumactus*	23.8
Ethmodiscus appendiculatus	42.4	*Pleurosigma tahitianum*	18.6
Triceratium reticulum	41.5	*Nitzschia sigma*	15.4
Surirella fastuosa	34.3	*Triceratium reticulum*	15.1
Navicula lyra	33.4	*Podosira hormoides*	13.2
Nitzschia valida	31.6	*Gyrosigma balticum*	12.8
Pleurosigma formosum	28.0	*Nitzschia graeffii*	12.6
Navicula robertsiana	24.4	*Coscinodiscus radiatus*	11.1
Nitzschia maxima	22.6	*Biddulphia regia*	10.8

Avril 1973

Ethmodiscus appendiculatus	139.1	*Pleurosigma itium*	14.3
Gyrosigma balticum	38.7	*Ethmodiscus appendiculatus*	12.3
Nitzschia maxima	37.0	*Pseudoeunotia doliolus*	11.2
Rhizosol.imbricata v.shrub.	36.1	*Nitzschia angustata*	10.3
Synedra hennedyana	31.1	*Surirella biseriata*	10.2
Actinocyclus subtilis	30.6	*Nitzschia hantzschiana*	9.9
Trachyneis aspera	28.2	*Navicula polae*	9.5
Navicula cancellata	26.4	*Pleurosigma affine v.norman.*	8.9
Asterolampra marylandica	21.1	*Nitzschia vitrea*	8.3
Actinocyclus ehrenbergii	20.2	*Nitzschia sigma v.rigida*	8.3

Source MNHN Paris

LAGON DE FAAA

Mai 1973

Nitzschia valida	84.5	*Nitzschia sigma v.rigida*	19.8
Triceratium formosum	62.2	*Surirella simplissima*	14.8
Gyrosigma balticum	53.1	*Nitzschia valida*	13.6
Podocystis spathulata	34.9	*Triceratium formosum*	13.3
Nitzschia maxima	34.2	*Nitzschia sigma*	11.9
Synedra crystallina	34.2	*Bacteriastrum elongatum*	11.1
Asterolampra marylandica	32.8	*Rhizosol.hebetata v.semisp.*	9.8
Navicula lyra	32.1	*Diploneis suborbicularis*	9.1
Ethmodiscus appendiculatus	26.5	*Pleurosigma itium*	9.1
Synedra hennedyana	21.6	*Pleurosigma cuspidatum*	8.7

Juin 1973

Nitzschia valida	59.2	*Pleurosigma cuspidatum*	26.5
Triceratium formosum	52.9	*Amphora graeffii*	25.7
Gyrosigma balticum	51.8	*Surirella biseriata*	24.6
Podocystis spathulata	43.3	*Synedra robusta*	24.4
Climacosphenia moniligera	33.8	*Campyl.adriaticus v.massil.*	15.9
Asterolampra marylandica	32.8	*Triceratium reticulum*	14.9
Navicula lyra	30.7	*Nitzschia jelineckii*	14.3
Nitzschia graeffii	26.4	*Actinoptychus splendens*	13.3
Ethmodiscus appendiculatus	25.4	*Nitzschia clarissima*	12.0
Pleurosigma formosum	23.3	*Navicula robertsiana*	11.3

Juillet 1973

Asterolampra marylandica	149.8	*Asterolampra marylandica*	28.5
Nitzschia valida	99.8	*Campylodiscus intermedius*	20.3
Coscinodiscus nodulifer	59.9	*Coscinodiscus nodulifer*	16.4
Gyrosigma balticum	59.2	*Nitzschia valida*	16.1
Synedra hennedyana	51.1	*Triceratium reticulum*	15.2
Podocystis spathulata	45.3	*Campylodiscus brightwellii*	13.6
Triceratium reticulum	43.0	*Nitzschia jelineckii*	13.3
Nitzschia maxima	41.8	*Actinoptychus splendens*	11.1
Navicula robertsiana	27.9	*Triceratium formosum*	9.4
Nitzschia graeffii	24.4	*Nitzschia valida*	9.3

Août 1973

Asterolampra marylandica	117.9	*Biddulphia membranacea*	31.6
Gyrosigma balticum	88.4	*Coscinodiscus nodulifer*	22.8
Nitzschia valida	85.4	*Asterolampra marylandica*	22.5
Coscinodiscus nodulifer	82.4	*Navicula lyroides*	15.3
Nitzschia maxima	71.1	*Synedra formosa*	14.5
Podocystis spathulata	30.1	*Nitzschia valida*	13.8
Navicula lyroides	27.2	*Nitzschia clarissima*	13.6
Nitzschia graeffii	26.5	*Rhoicosigma antillarum*	13.4
Pleurosigma formosum	24.9	*Nitzschia maxima*	10.7
Ethmodiscus appendiculatus	23.4	*Gyrosigma balticum*	10.6

Source MNHN, Paris

LAGON DE FAAA

Septembre 1973

Melosira sulcata	45.3	*Amphora macilenta*	32.9
Synedra hennedyana	45.3	*Pleurosigma decorum*	19.7
Ethmodiscus appendiculatus	29.1	*Amphora exsecta*	18.1
Mastogloia crucicula	29.1	*Nitzschia distans v.tumescens*	17.1
Navicula perobesa	28.0	*Amphora gigantea*	17.0
Synedra laevigata v.hyalina	23.7	*Nitzschia majuscula*	16.7
Gyrosigma balticum	22.7	*Navicula perobesa*	16.6
Podocystis spathulata	21.6	*Hantzschia amphioxys*	14.8
Amphora cymbifera	20.5	*Hemiaulus hauckii*	14.5
Cocconeis pellucida	19.4	*Nitzschia vidovichii*	14.3

Octobre 1973

Synedra acus	282.4	*Synedra acus*	82.5
Chaetoceros curvisetum	105.0	*Nitzschia weissflogii*	32.9
Ethmodiscus appendiculatus	41.8	*Surirella gemma*	32.3
Actinocyclus subtilis	15.3	*Amphora longa*	30.1
Melosira sulcata	14.3	*Pleurosigma angulatum*	21.1
Climacosphenia moniligera	13.3	*Mastogloia erythrea*	15.8
Diploneis smithii	13.3	*Gyrosigma reversum*	14.4
Synedra hennedyana	13.3	*Synedra bacillaris*	14.3
Tropidoneis lepidoptera	13.3	*Hydrosilicon mitra*	13.6
Nitzschia vitrea	12.2	*Mastogloia decussata*	13.6

Novembre 1973

Ethmodiscus appendiculatus	92.1	*Navicula rhombica*	24.8
Navicula longa	76.4	*Navicula consors*	14.8
Triceratium shadboltianum	42.9	*Pleurosigma cuspidatum*	13.1
Trachyneis aspera	40.8	*Mastogloia corsicana*	12.9
Mastogloia fimbriata	28.3	*Diploneis debyi*	12.5
Navicula cyprinus	26.2	*Nitzschia angustata*	12.2
Podocystis spathulata	26.2	*Navicula elliptica*	12.0
Surirella fastuosa	24.1	*Amphora grevilleana*	11.3
Synedra hennedyana	23.0	*Mastogloia kjellmanii*	10.8
Triceratium formosum	23.0	*Amphora crassa*	10.7

Décembre 1973

Climacosphenia moniligera	39.8	*Amphora debyi*	49.6
Navicula longa	31.6	*Rhizosolenia imbricata*	43.8
Mastogloia crucicula	25.5	*Diploneis suborbicularis*	39.9
Nitzschia longissima	25.5	*Navicula maculosa*	29.7
Synedra crystallina	24.5	*Licmophora mediterranea*	21.0
Biddulphia aurita	23.5	*Pleurosigma angulatum*	20.1
Actinocyclus subtilis	22.4	*Biddulphia aurita*	15.9
Amphora obtusa	22.4	*Gyrosigma reversum*	15.1
Navicula lyra	22.4	*Nitzschia vitrea*	14.4
Podocystis spathulata	21.4	*Navicula disclusa*	14.4

Source MNHN Paris

LAGON DE VAIRAO

Janvier 1972

Actinocyclus subtilis	136.8	*Licmophora mediterranea*	41.6
Synedra ulna	76.0	*Diploneis splendidus*	35.1
Navicula longa	64.8	*Amphora graeffii*	24.6
Chaetoceros peruvianum	63.8	*Nitzschia sigma v.intercedens*	22.9
Rhabdonema adriaticum	60.8	*Pleurosigma longum*	20.5
Synedra hennedyana	30.4	*Chaetoceros peruvianum*	20.1
Surirella fastuosa	28.4	*Synedra ulna*	17.0
Diploneis bombus	22.4	*Nitzschia amphioxys*	16.7
Synedra crystallina	22.3	*Biddulphia regia*	12.1
Tropidoneis lepidoptera	22.3	*Nitzschia distans*	10.5

Février 1972

Chaetoceros curvisetum	150.8	*Rhizosolenia setigera*	100.0
Diploneis bombus	59.2	*Pseudoeunotia doliolus*	42.2
Navicula longa	48.0	*Amphora staurophora*	30.2
Synedra ulna	45.8	*Navicula adumbrata*	23.8
Navicula confervacea	39.1	*Amphora grevilleana v.indent.*	18.8
Melosira sulcata	30.2	*Mastogloia peracuta*	18.1
Chaetoceros peruvianum	26.8	*Navicula directa*	15.9
Navicula granulata	21.2	*Navicula ambigua*	15.7
Rhabdonema adriaticum	19.0	*Navicula lyra v.atlantica*	15.1
Diploneis smithii	16.8	*Pleurosigma cuspidatum*	14.0

Mars 1972

Actinocyclus subtilis	59.3	*Surirella simplissima*	42.4
Melosira sulcata	53.3	*Campylodiscus adriaticus v.mas.*	30.0
Navicula confervacea	49.9	*Amphora baccata*	25.7
Dimeregramma dubium	48.6	*Nitzschia clarissima*	23.9
Rhizosol.imbricata v.shrubsol.	41.3	*Amphora normanii*	24.1
Synedra ulna	41.3	*Navicula mutica*	20.8
Actinocyclus ehrenbergii	32.0	*Biddulphia regia*	15.9
Chaetoceros curvisetum	29.3	*Nitzschia amphibia*	14.4
Amphora obtusa	26.0	*Dimeregramma dubium*	13.5
Navicula longa	26.0	*Navicula confervacea*	13.4

Avril 1972

Navicula confervacea	64.4	*Amphora lunula*	42.4
Biddulphia pulchella	45.5	*Amphora exsecta*	30.0
Synedra ulna	39.5	*Nitzschia amphibia*	25.5
Actinocyclus subtilis	36.3	*Amphora gigantea*	23.9
Melosira sulcata	31.2	*Diploneis papula*	24.1
Dimeregramma dubium	28.0	*Amphora coronata*	20.8
Navicula lyra	23.9	*Amphora janishii*	15.9
Navicula longa	22.8	*Achnanthes inflata v.elata*	14.4
Synedra hennedyana	22.8	*Navicula confervacea*	13.5
Surirella fastuosa	20.8	*Amphora eggregia*	13.5

Source MNHN, Paris

LAGON DE VAIRAO

Mai 1972

Actinocyclus subtilis	81.3	*Campyl.biangulatus v.lorenzianus*	100
Actinocyclus ehrenbergii	43.8	*Amphora proteus v.oculata*	100
Surirella fastuosa	41.1	*Amphora lineolata*	59.0
Melosira sulcata	32.9	*Navicula directa*	25.9
Navicula lyra	29.2	*Amphora digitus*	23.8
Trachyneis aspera	29.2	*Campylodiscus thuretii*	19.6
Gyrosigma gibbosum	28.3	*Amphora exigua*	19.0
Biddulphia pulchella	25.6	*Grammatophora hamulifera*	18.9
Rhizosol.imbricata v.shrub.	25.6	*Pleurosigma vairaense*	17.6
Amphora securicula	23.7	*Amphora securicula*	17.3

Juin 1972

Trachynais aspera	49.2	*Amphora arenaria*	58.7
Gyrosigma balticum	45.4	*Amphora graeffii*	55.5
Gyrosigma gibbosum	45.4	*Gyrosigma reversum*	42.6
Actinocyclus ehrenbergii	42.4	*Biddulphia membranacea*	31.7
Chaetoceros curvisetum	34.8	*Mastogloia decussata*	27.0
Navicula lyra	31.0	*Chaetoceros compressum*	22.0
Nitzschia maxima	31.0	*Surirella fluminensis*	21.5
Synedra hennedyana	28.0	*Amphora staurophora*	20.4
Rhabdonema adriaticum	27.3	*Gyrosigma gibbosum*	19.1
Surirella fastuosa	25.7	*Nitzschia nicobarica*	13.9

Juillet 1972

Chaetoceros curvisetum	122.8	*Chaetoceros atlanticum*	93.1
Trachyneis aspera	81.0	*Chaetoceros messanense*	68.4
Chaetoceros atlanticum	45.5	*Amphara graeffii*	44.5
Rhabdonema adriaticum	41.9	*Chaetoceros compressum*	42.8
Navicula confervacea	36.4	*Licmophora mediterranea*	37.4
Melosira sulcata	31.6	*Diploneis splendidus*	31.5
Climacosphenia moniligera	30.0	*Amphora lineolata*	19.6
Actinocyclus subtilis	29.1	*Amphora normanii*	16.4
Chaetoceros messanense	27.3	*Podosira stelliger*	13.5
Navicula longa	24.6	*Navicula ambigua*	12.8

Août 1972

Trachyneis aspera	38.4	*Mastogloia peracuta*	22.4
Diploneis bombus	37.4	*Amphora angularis*	22.0
Mastogloia binotata	31.2	*Mastogloia kjellmanii*	21.5
Navicula longa	29.1	*Mastogloia undulata*	19.2
Surirella fastuosa	23.9	*Licmosphenia clevei*	18.0
Navicula cancellata	22.8	*Surirella gemma*	16.4
Actinocyclus ehrenbergii	21.8	*Achnanthes citronella*	15.5
Rhabdonema adriaticum	21.8	*Plagiogramma interruptum*	14.8
Navicula lyra	21.6	*Auricula mahutchoniae*	14.3
Grammatophora marina	18.7	*Navicula perplexa*	13.9

Source : MNHN Paris

LAGON DE VAIRAO

Septembre 1972

Navicula confervacea	57.4	*Amphora exsecta*	29.2
Surirella fastuosa	33.9	*Campylodiscus wallichianus*	20.7
Trachyneis aspera	31.3	*Amphora graeffii*	17.5
Amphora obtusa	25.2	*Navicula confervacea*	15.4
Navicula longa	24.4	*Navicula plicata*	13.4
Actinocyclus subtilis	21.8	*Mastogloia decussata*	11.6
Climacosphenia moniligera	21.6	*Amphora costata*	9.4
Diploneis bombus	20.9	*Amphora biggibba*	9.3
Diploneis bomboides	19.1	*Amphora rhombica*	9.3
Synedra ulna	18.3	*Navicula adumbrata*	9.3

Octobre 1972

Bacteriastrum delicatulum	113.7	*Bacteriastrum delicatulum*	77.4
Navicula longa	72.4	*Bacteriastrum elongatum*	58.5
Trachyneis aspera	60.5	*Diploneis papula*	40.1
Surirella fastuosa	33.9	*Rhoicosigma antillarum*	29.7
Chaetoceros curvisetum	33.0	*Amphora exigua*	19.0
Cocconeis pellucida	24.7	*Mastogloia kjellmanii*	19.0
Amphora obtusa	22..0	*Pleurosigma tahitianum*	18.8
Actinocyclus subtilis	22.0	*Cocconeis pseudomarginatus*	15.7
Diploneis bombus	18.3	*Mastogloia achnanthioides*	14.5
Rhizosol.hebetata f.semisp.	16.5	*Dimeregramma furcigerum*	14.5

Novembre 1972

Actinocyclus subtilis	202.1	*Licmosphenia clevei*	33.6
Surirella fastuosa	50.1	*Pleurosigma simplex*	23.7
Navicula longa	43.2	*Plagiogramma atomus*	15.4
Trachyneis aspera	31.1	*Mastogloia inaequalis*	12.2
Actinocyclus ehrenbergii	29.4	*Auricula mahutohoniae*	11.9
Synedra hennedyana	26.8	*Mastogloia decussata*	11.5
Amphora obtusa	14.7	*Actinocyclus subtilis*	11.5
Navicula cancellata	13.8	*Cocconeis scutellum*	10.8
Diploneis bombus	13.0	*Licmophora ehrenbergii*	9.8
Melosira sulcata	12.1	*Mastogloia peracuta*	9.3

Décembre 1972

Surirella fastuosa	64.6	*Navicula papula*	62.7
Diploneis bombus	52.5	*Amphora exigua*	42.0
Trachyneis aspera	52.5	*Navicula ambigua*	28.4
Actinocyclus subtilis	35.4	*Navicula marina*	23.8
Navicula longa	31.3	*Biddulphia titiana*	20.0
Navicula cancellata	24.2	*Mastogloia undulata*	18.6
Actinocyclus ehrenbergii	18.2	*Amphora angularis*	14.3
Navicula lyra	17.2	*Navicula maculosa*	12.7
Rhabdonema adriaticum	17.2	*Pleurosigma angulatum*	12.3
Synedra crystallina	17.2	*Licmophora ehrenbergii*	11.4

Source MNHN, Paris

LAGON DE VAIRAO

Janvier 1973

Actinocyclus subtilis	315.7	*Biddulphia rhombus*	81.4
Tropid. lepidoptera v. robusta	31.2	*Auricula mahutchoniae*	33.0
Triceratium formosum	24.0	*Grammatophora hamulifera*	24.9
Triceratium shadboltianum	24.0	*Opephora pacifica*	18.6
Biddulphia pulchella	21.8	*Actinocyclus subtilis*	17.6
Tropidoneis lepidoptera	20.4	*Triceratium spinosum*	13.7
Actinocyclus ehrenbergii	19.2	*Achnanthes inflata*	14.3
Navicula longa	19.2	*Nitzschia hantzschiana*	13.5
Nitzschia graeffii	19.2	*Campylodiscus incertus*	13.4
Campylodiscus incertus	18.0	*Synedrosphenia gomphonema*	11.8

Février 1973

Actinocyclus subtilis	171.9	*Amphora proboscidea*	48.0
Diploneis bombus	47.4	*Navicula hennedyi*	34.7
Amphora proboscidea	37.9	*Amphora staurophora*	34.1
Chaetoceros peruvianum	36.5	*Navicula kartana*	26.8
Triceratium formosum	33.8	*Amphora janischii*	24.6
Navicula longa	32.5	*Caloneis fossilis*	21.0
Synedra crystallina	32.5	*Amphora coffeaeformis*	15.6
Gyrosigma balticum	27.1	*Licmosphenia peragalli*	15.4
Coscinodiscus nitidus	24.4	*Melosira roeseana*	12.8
Amphora coffeaeformis	21.0	*Hantzschia amphioxys*	12.4

Mars 1973

Rhizosol. imbricata v. shrub.	523.1	*Biddulphia balaena*	100.0
Chaetoceros curvisetum	56.8	*Amphora baccata*	74.3
Melosira sulcata	26.0	*Rhizosol. imbricata v. shrub.*	51.9
Navicula lyra	23.1	*Diploneis splendidus*	33.4
Navicula longa	22.2	*Amphora exigua*	20.0
Trachyneis aspera	22.2	*Amphora gigantea*	15.2
Surirella fastuosa	17.3	*Cocconeis scutellum*	12.1
Actinocyclus ehrenbergii	16.4	*Navicula maculosa*	12.1
Actinocyclus subtilis	16.4	*Navicula elliptica*	11.1
Rhabdonema adriaticum	16.4	*Nitzschia hantzschiana*	10.9

Avril 1973

Chaetoceros curvisetum	463.5	*Chaetoceros curvisetum*	39.4
Rizosol. imbricata v. shrub.	303.9	*Rhizosol. imbricata v. shrub.*	30.2
Chaetoceros peruvianum	46.2	*Navicula papula*	16.8
Actinocyclus subtilis	20.3	*Melosira roeseana*	15.3
Rhabdonema adriaticum	17.0	*Chaetoceros peruvianum*	14.5
Biddulphia pulchella	12.2	*Thalassiosira hyalina*	9.5
Synedra crystallina	8.1	*Surirella gemma*	6.4
Trachyneis aspera	5.7	*Caloneis fossilis*	6.3
Diploneis crabro	4.1	*Triceratium spinosum*	4.6
Grammatophora marina	4.1	*Pleurosigma angulatum*	4.2

Source : MNHN Paris

LAGON DE VAIRAO

Mai 1973

Melosira sulcata	85.3	*Amphora arenaria*	41.3
Navicula longa	37.3	*Amphora staurophora*	28.8
Diploneis bombus	33.0	*Nitzschia sigma v.intercedens*	24.1
Rhizosol.imbricata v.shrub	33.0	*Nitzschia spathulata*	22.1
Nitzschia maxima	32.0	*Grammatophora hamulifera*	21.1
Trachyneis aspera	25.6	*Achnanthes inflata v.elata*	19.0
Navicula lyra	23.5	*Biddulphia rhombus*	16.2
Navicula granulata	21.3	*Achnanthes rhombica*	15.1
Actinocyclus ehrenbergii	20.3	*Amphora robusta*	12.5
Synedra hennedyana	20.3	*Amphora gigantea*	11.2

Juin 1973

Actinocyclus ehrenbergii	120.0	*Campylodiscus wallichianus*	32.5
Nitzschia maxima	80.9	*Campylodiscus punctulatoides*	27.6
Biddulphia pulchella	36.4	*Campylod.adriaticus v.massil.*	27.3
Diploneis bombus	29.1	*Pleurosigma longum*	18.4
Dimeregramma dubium	24.5	*Tropidoneis vitrea*	17.2
Nitzschia longissima	24.5	*Campylodiscus biangulatus*	15.5
Actinocyclus subtilis	18.2	*Sceptroneis peragalli*	13.1
Navicula lyra	18.2	*Actinocyclus ehrenbergii*	12.6
Rhabdonema adriaticum	17.3	*Gyrosigma elegans*	10.8
Melosira sulcata	16.4	*Nitzschia socialis*	10.7

Juillet 1973

Actinocyclus ehrenbergii	77.2	*Surirella ceylanensis*	31.4
Diploneis bombus	34.3	*Rhizosolenia imbricata*	20.5
Navicula longa	32.4	*Amphora angularis*	20.2
Synedra undulata	28.6	*Navicula fundata*	19.3
Biddulphia pulchella	22.9	*Amphora graeffii*	19.2
Gyrosigma gibbosum	21.9	*Achnanthes inflata*	18.4
Actinocyclus subtilis	21.9	*Surirella fluminensis*	18.1
Asterolampra marylandica	21.0	*Navicula hennedyi*	16.3
Melosira sulcata	19.1	*Gyrosigma reversum*	13.5
Navicula cancellata	18.0	*Navicula lyra f.atlantica*	12.9

Août 1973

Actinocyclus ehrenbergii	64.1	*Amphora staurophora*	20.6
Dimeregramma dubium	57.3	*Campylodiscus thuretii*	16.6
Synedra hennedyana	37.4	*Dimeregramma dubium*	15.9
Coscinodiscus nodulifer	33.6	*Grammatophora hamulifera*	15.8
Actinocyclus subtilis	29.0	*Amphiprora sulcata*	15.1
Synedra undulata	28.2	*Auricula complexa*	14.7
Melosira sulcata	22.9	*Surirella fluminensis*	14.5
Diploneis bombus	19.1	*Mastogloia subaffirmata*	14.3
Navicula longa	17.6	*Asterompha lus robustus*	13.4
Climacosphenia moniligera	16.8	*Amphiprora alata*	13.3

Source : MNHN Paris

LAGON DE VAIRAO

Septembre 1973

Rhabdonema adriaticum	37.5	*Amphiprora alata*	24.1
Navicula longa	35.6	*Diploneis vacillans*	21.7
Cocconeis pellucida	34.7	*Amphora graeffii*	18.4
Diploneis bombus	29.3	*Nitzschia closterium*	14.5
Grammatophora marina	25.6	*Achnanthes inflata*	14.1
Surirella fastuosa	25.6	*Campylod. adriaticus v. massil.*	13.7
Cocconeis heteroidea	24.7	*Cocconeis heteroidea*	12.4
Synedra ulna	24.7	*Cocconeis vairaense*	10.4
Synedra laevigata v. hyalina	21.9	*Amphora coronata*	9.9
Actinocyclus subtilis	21.0	*Cocconeis britannica*	8.6

Octobre 1973

Navicula longa	57.9	*Campylodiscus thuretii*	41.9
Cocconeis pellucida	52.1	*Campylodiscus wallichianus*	34.4
Rhabdonema adriaticum	43.4	*Cocconeis scutellum*	30.2
Cocconeis heteroidea	37.6	*Cocconeis pseudomarginatus*	29.4
Biddulphia pulchella	33.8	*Diploneis suborbicularis*	25.2
Synedra crystallina	28.9	*Actinoptychus splendens*	23.1
Trachyneis aspera	28.9	*Amphora graeffii*	19.4
Mastogloia crucicula	25.1	*Cocconeis heteroidea*	18.9
Cocconeis vairaense	23.1	*Cocconeis vairaense*	15.5
Triceratium calvescens	21.1	*Triceratium calvescens*	14.8

Novembre 1973

Triceratium shadboltianum	81.5	*Tric. formosum f. quinquelob.*	22.1
Cocconeis pellucida	52.4	*Cocconeis heteroidea*	20.2
Surirella fastuosa	51.5	*Podosira hormoides*	17.1
Navicula longa	48.7	*Biddulphia titiana*	16.5
Synedra crystallina	42.1	*Mastogloia citrus*	16.3
Cocconeis heteroidea	40.3	*Mastogloia exilis*	14.8
Climacosphenia moniligera	34.6	*Surirella reniformis*	13.9
Actinocyclus subtilis	32.8	*Triceratium calvescens*	13.8
Diploneis bombus	27.2	*Plagiogramma interruptum*	13.6
Rhabdonema adriaticum	25.3	*Triceratium shadboltianum*	13.5

Décembre 1973

Navicula longa	65.0	*Plagiogramma interruptum*	29.1
Synedra hennedyana	46.0	*Dipl. vacillans v. rentens*	23.7
Surirella fastuosa	34.0	*Campylodiscus thuretii*	21.7
Diploneis bombus	33.0	*Mastogloia corsicana*	21.6
Melosira sulcata	24.0	*Hantzschia amphioxys*	18.3
Trachyneis aspera	24.0	*Amphora normanii*	18.1
Cocconeis pellucida	20.0	*Achnanthes rhombica*	14.0
Synedra crystallina	20.0	*Navicula perrhombus*	11.8
Syn. laevigata v. hyalina	20.0	*Surirella bisgriata*	11.6
Synedra ulna	18.0	*Cocconeis britannica*	10.9

BIBL. DU MUSEUM PARIS

Source : MNHN Paris

Commission paritaire N° 28588
Dépôt légal : n° 627 Septembre 1977 Imp. Vial, 91410 Dourdan

Source MNHN, Paris

Commission paritaire n° 1548
Dépôt légal : n° 636 - Janvier 1978 Imp. VIM 91410 Dourdan

BIBL. DU MUSÉUM PARIS

Source : MNHN, Paris

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés d'envoyer des manuscrits dactylographiés, définitifs, en double exemplaire, sans autres indications typographiques que celles précisées dans ces recommandations.

La «Revue Algologique» étant imprimée par procédé offset, les épreuves ne sont pas communiquées aux auteurs et aucun remaniement de manuscrit ne peut être accepté.

Les manuscrits seront dactylographiés en double interligne, sans corrections ni surcharges, exclusivement au recto, et présentés sous la forme suivante :

1 - Le titre en capitales et non souligné

2 - Le nom de l'auteur précédé de l'initiale du prénom et suivi de * indiquant le renvoi de l'adresse au bas de la page.

3 - 2 résumés, un dans la langue de l'article et le deuxième dans une des langues couramment utilisées dans les revues internationales.

4 - Le Texte : les titres des chapitres et des sous-chapitres ne seront ni soulignés ni en capitales, et les subdivisions précisées par des chiffres ou des lettres (en évitant les numéros tels que : I; I. 1; I. 1. 1...).

- Les mots qui doivent être en italique, en particulier les noms latins, seront soulignés d'un trait droit.
- Les références bibliographiques doivent être indiquées par le nom de ou des auteurs en capitales, non soulignées, suivi de la date de parution de l'ouvrage cité.
- Les renvois aux figures, aux tableaux et aux planches, doivent mentionner dans le texte le numéro de la figure, du tableau ou de la planche correspondante.
- Les sigles, abréviations et citations devront rester homogènes tout au long de l'article.

5 - La Bibliographie : elle est présentée à la suite du texte. Les travaux suivront l'ordre alphabétique et, pour un même auteur, l'ordre chronologique. Le nom et l'initiale du prénom de l'auteur, en majuscules, seront suivi du titre de l'article et de la référence de cet article suivant le modèle adopté par la Revue Algologique.

6 - Les légendes des Figures : elles devront être dissociées des figures et regroupées à la fin du manuscrit.

7 - Les Figures : elles seront fournies sur des feuilles séparées du texte. Le numéro de la figure ou du tableau sera inclus dans le cadre prévu, dans le texte, par la figure ou le tableau. L'échelle sera indiquée sur la figure. La justification maximale des planches est de 11 x 18 cm et les auteurs feront leur possible pour éviter une réduction trop importante des planches.

3 - MARS 1978

REVUE ALGOLOGIQUE

nouvelle série

La «Revue Algologique», consacrée à tout ce qui se rapporte aux algues, publie : 1° des articles originaux ; 2° des analyses bibliographiques des travaux d'algologie.

La «Revue Algologique» est publiée par fascicules paraissant trimestriellement, quatre fascicules constituant un tome.

En raison des frais de clichage, une contribution financière sera demandée aux auteurs pour les planches photographiques.

Les auteurs qui désirent des **tirages à part** (separata) sont priés **d'en mentionner le nombre** lors de l'envoi du manuscrit. Le nombre des tirages à part est limité à 200 exemplaires.

Les frais de tirages à part, les frais de clichage, les frais d'envoi et le montant des abonnements, doivent être réglés directement à la «Revue Algologique», en francs français, par chèque postal, chèque bancaire, mandat-poste ou bon UNESCO à : *Revue Algologique,* 12, rue Buffon, 75005 Paris - CCP Paris n° 14 522 31.

Prix de l'abonnement pour le Tome XIII (1978)

France ..... **100 F**

Etranger ..... **130 F**

Prix des tirages à part du Tome XIII (1978)

I page (le cent) ..... **8 F**

OUVRAGES DISPONIBLES

Ancienne série : Tomes VIII, fasc. 3 et 4 ; Tome XII et Travaux Algologiques ; Tome V, fasc. 1 ; Tome VI, fasc. 2 ; Tome VII, fasc. 3 et 4 ; Tome XI, fasc. 3 et 4

Nouvelle série : Tomes VIII et IX ; Tome IV, fasc. 3 et 4.

Prix du Tome : **80 F** (France) **100 F** (Etranger)
Prix du Fascicule : **25 F** (France) **30 F** (Etranger)

Mémoires Hors Série n° 2 : **A. Lancelot,** Recherches Biologiques et Océanographiques sur les Végétaux marins des Côtes françaises entre la Loire et la Gironde, 1961.
210 pages - **80 F** (France) **100 F** (Etranger).